


Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Инженерно-строительный институт
институт
Инженерных систем зданий и сооружений
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 Г.В.Сакаш
подпись инициалы, фамилия

« 13 » июня 2017 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

20.03.02.06 «Инженерные системы сельскохозяйственного водоснабжения,
водоотведения, обводнения»

по направлению

20.03.02 «Природообустройство и водопользование»

по профилю

«Реконструкция очистных сооружений птицефабрики Емельяновского
района Красноярского края»

тема

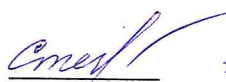
Руководитель


подпись, дата

К.Т.Н., доцент
должность, ученая степень

О.Г.Дубровская
инициалы, фамилия

Выпускник

 13.06.2017
подпись, дата

И. В. Стенина
инициалы, фамилия

Красноярск 2017

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Инженерно-строительный институт
институт
Инженерных систем зданий и сооружений
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

_____ Г.В.Сакаш
подпись инициалы, фамилия

« ____ » _____ 20__ г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

20.03.02.06 «Инженерные системы сельскохозяйственного водоснабжения,
водоотведения, обводнения»

по направлению

20.03.02 «Природообустройство и водопользование»

по профилю

«Реконструкция очистных сооружений птицефабрики Емельяновского
района Красноярского края»

тема

Руководитель

подпись, дата

К.Т.Н., доцент

должность, ученая степень

О.Г.Дубровская

инициалы, фамилия

Выпускник

подпись, дата

И. В. Стенина

инициалы, фамилия

Красноярск 2017

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Реконструкция очистных сооружений птицефабрики Емельяновского района Красноярского края» содержит 71 страницу текстового документа, 33 использованных источника.

АККУМУЛИРУЮЩАЯ ЕМКОСТЬ, ЖИРОПРИЕМНАЯ КАМЕРА, ВЕРТИКАЛЬНЫЙ ОТСТОЙНИК С ЛАМИНАРНЫМ МОДУЛЕМ, НАПОРНЫЙ ФИЛЬТР, СОРБЦИОННЫЙ ФИЛЬТР, ФИЛЬТР ГРУБОЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ ЗАГРУЗКИ, СОРБЦИОННЫЙ ФИЛЬТР ДЛЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ, УФ-УСТАНОВКА ДЛЯ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ВОДЫ, ШЛАМОНАКОПИТЕЛЬ, ВАКУУМ-ФИЛЬТР, ИЛОВАЯ ПЛОЩАДКА, КЛАСС ОПАСНОСТИ ОСАДКА, УЩЕРБ.

Объект ВКР – Птицефабрика ОАО «Заря» Емельяновского района Красноярского края. Локальные очистные сооружения.

ОАО «Заря» находится в 15 километрах к западу от областного центра, на трассе М-53. Ведет деятельность с 1960 года, когда была построена птицеферма Емельяновского совхоза.

Специализируется на производстве куриного яйца и мяса птицы, занимается растениеводством. На собственных посевных площадях в 5 тысяч гектаров выращиваются злаковые культуры для производства комбикормов.

На 2015 год на предприятии поголовье составило 820 тысяч голов птицы, в том числе 617 тысяч несушек.

Цель БР: реконструкция очистных сооружений птицефабрики с решением вопроса о снижении негативного влияния на природную окружающую среду.

Задачами проекта являются: оценка состояния существующей системы водоотведения птицефабрики, анализ сточной воды и существующих методов водоочистки для птицефабрики.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 Общие сведения.....	7
1.1 Исходные данные.....	7
1.2 Современное состояние очистных сооружений предприятий.....	7
1.3 Определение расчетных расходов.....	9
1.4 Расчет водоотводящей сети.....	15
2 Расчет системы водоотведения.....	24
2.1 Система водоотведения производственных сточных вод.....	24
2.2 Система водоотведения ливневых сточных вод.....	27
3 Современные локальные очистные сооружения для фермерского хозяйства.....	28
3.1 Локальные очистные сооружения для производственного стока.....	28
3.1.1 Аккумулирующая емкость.....	32
3.1.2 Жироприемная камера.....	32
3.1.3 Вертикальный отстойник с ламинарным модулем.....	36
3.1.4 Напорный фильтр.....	39
3.1.5 Сорбционный фильтр.....	43
3.1.6 Система обеззараживания.....	46
3.2 Локальные очистные сооружения для ливневого стока.....	48
3.2.1 Аккумулирующая емкость.....	51
3.2.2 Фильтр грубой механической загрузки.....	51
3.2.3 Сорбционный фильтр для нефтепродуктов.....	54
3.2.4 Система обеззараживания.....	57
3.3 Дополнительное оборудование для сбора и утилизации шлама.....	57
3.3.1 Расчет шламонакопителя.....	57
3.3.2 Вакуум-фильтр.....	58
3.3.3 Иловые площадки.....	60
4 Технологическая схема водоочистки.....	61

4.1 Технология водоочистки с точки зрения возможного антропогенного воздействия на природную окружающую среду.....	61
4.2 Определение класса опасности стока.....	62
4.3 Определение класса опасности осадка.....	62
4.4 Оценка воздействия на водный объект.....	64
4.4.1 Эколого-экономическое обоснование.....	65
4.4.1.1 Расчет ущерба при сбросе неочищенных сточных вод.....	65
4.5 Границы санитарно-защитной зоны для станции водоочистки.....	67
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	69

ВВЕДЕНИЕ

Территория Емельяновского района расположена в центральной части земледельческого района Красноярского края.

Емельяновский район относится к климатическому району I, подрайон IV согласно [2]. Климат района резко континентальный, формируется под воздействием воздушных масс, приходящих с запада, севера и юга. Континентальность района выражена большой годовой (38°C по среднемесячному значению) и суточной (12-14) амплитудой колебаний температуры воздуха.

По условиям влагообеспеченности район относится к зоне достаточного увлажнения. Среднегодовое количество осадков составляет 400-600 мм.

Основным землепользователем в настоящее время является ОАО «Заря», которая нуждается в реконструкции очистных сооружений.

Сточные воды промышленных предприятий наиболее опасны для водоемов, так как в них содержится высокое количество растворенных кератинов, которые содержатся в пухе и перьях, жиров и белков, высокая концентрация взвешенных веществ. Имеют высокую мутность и цветность, большое количество биогенных элементов. После их воздействия экологическая система нарушается и для ее восстановления требуется от 10 лет.

Сточные воды от птицефабрики могут являться возбудителями инфекционных болезней, а также могут представлять непосредственную или потенциальную опасность для окружающей среды и здоровья человека, поэтому необходима их очистка.

Имеющиеся локальные очистные сооружения на птицефабрике не удовлетворяют требованиям очистки сточных вод, поэтому их необходимо реконструировать.

Цель данной работы заключается в реконструкции имеющихся очистных сооружений птицефабрики «Заря» с применением оборотного использования сточной воды на предприятии.

Замена природных пресных вод, расходуемых на предприятиях, очищенными сточными водами позволит решить проблему ликвидации дефицита водных ресурсов и предотвратить истощение запаса пресных вод. Одним из наиболее радикальных путей необходимого сокращения потребления свежей воды является создание замкнутых систем промышленного водоснабжения, основанных на многократном использовании для производственных целей сточных вод, очищенных до норм, отвечающих требованиям к качеству оборотной воды.

Физико-химические методы очистки сточных вод наряду с обеспечением необходимого качества воды в соответствии с требованиями водоподготовки позволяют также извлечь из сточной воды ценные продукты и снизить потери производства. В последние годы эти методы находят широкое применение и для доочистки биологически очищенных сточных вод, после которой их успешно можно использовать в оборотных циклах.

В данной работе предложено решение компоновки оборотной технологической схемы очистки стока на базе теорий процессов отстаивания, фильтрации, сорбции и гидродинамической кавитации.

1 Общие сведения

1.1 Исходные данные

Число птиц на предприятии:

- несушки – 617000 голов,
- бройлеры – 95000 голов,
- молодняк в возрасте 1-9 недель – 58000 голов,
- молодняк в возрасте 10-22 недель – 50000 голов,

Число сотрудников на предприятии:

- малый обслуживающий персонал – 2 чел,
- техники – 2 чел,
- инженеры – 2 чел,
- инженеры высокой квалификации – 2 чел,
- руководители – 2 чел.

В соответствии с [7] на каждые 10000 голов птиц требуется один сотрудник, итого 82 человека.

Предприятие работает в 2 смены.

1.2 Современное состояние очистных сооружений предприятий

Одной из основных проблем низкой эффективности применяемых на предприятиях пищевой промышленности очистных комплексов является неправильный подбор технологической схемы очистки на конкретном предприятии. При проектировании или монтаже готовой очистной системы необходимо учитывать мощность, производительность компании, качественные и количественные показатели загрязненности в частности, необходимо выделить лимитирующие факторы загрязнений основного стока, и на основании результатов комплексного анализа подбирать метод очистки наиболее эффективный для данных условий. Многих владельцев пугает

дороговизна приведения стока к нормативным показателям, поэтому в России значительная часть сточных вод вообще сбрасывается с незначительной очисткой просто в городскую канализацию либо в водоем. Существующие очистные сооружения не могут эффективно переработать весь спектр загрязнений, например, жирные загрязнения должны быть удалены до попадания в очистные сооружения. Поэтому самой главной задачей при строительстве предприятия является обеспечение экологической безопасности сточных вод. На сегодняшний день мерой воздействия на владельцев предприятий пищевой промышленности, работающих без очистных сооружений являются штрафные санкции по статье 8.1. [32], размер штрафа 50-100 МРОТ. Кроме этого, инспектор обязательно выдаст предписание об устранении нарушения, и если компания будет продолжать работать без очистки сточных вод, то в соответствии со статьей 19.5. того же [32] придется расстаться еще со 100 МРОТ. Однако, штрафы не решают проблемы, и процент закрытия предприятий, не очищающих стоки ничтожно мал.

Поэтому для каждого предприятия нужно предложить индивидуально подобранную технологическую схему очистки стоков, позволяющую не только привести сток к нормативным показателям, но и снизить эксплуатационные затраты самого промышленного комплекса.

Существуют два основных направления в способах очистки воды пищевого промышленного комплекса – локальная очистка сточных вод предприятий пищевой промышленности и обратное водоснабжение.

Локальная очистка сточных вод предполагает однократное использование воды с доочисткой загрязненных сточных вод перед сбросом в городскую канализацию или поверхностные водоемы. Такая технология использования воды, нередко высококачественной питьевой, является не только расточительной, но и потенциально опасной для больших контингентов населения.

Оборотное водоснабжение позволяет повторно использовать 90-95% исходной воды и обеспечить бессточный цикл производства. Большинство известных способов очистки вод дает возможность осуществлять оборотное водоснабжение.

1.3 Определение расчетных расходов сточной воды

Расход сточных вод от промпредприятия складывается из хозяйственно-бытовых, душевых, производственных и ливневых расходов.

$$Q_{\text{общ}} = Q_{\text{х-б}} + Q_{\text{душ}} + Q_{\text{пр}} + Q_{\text{л.с}}, \quad (1.1)$$

где $Q_{\text{х-б}}$ – расход хозяйственно-бытовых сточных вод, м³/сут;

$Q_{\text{душ}}$ – расход сточных вод от душевых сеток, м³/сут;

$Q_{\text{пр}}$ – расход производственных сточных вод, м³/сут;

$Q_{\text{л.с}}$ – расход ливневых сточных вод, м³/сут.

Расход хозяйственно-бытовых стоков определяется по формуле

$$Q_{\text{х-б}} = \frac{q_{\text{см}} \cdot N \cdot n_{\text{см}}}{1000}, \quad (1.2)$$

где $q_{\text{см}}$ – норма водоотведения на 1 человека в смену, л/с на 1 чел.;

N – число рабочих в смену, чел;

$n_{\text{см}}$ – количество смен.

$$Q_{\text{х-б}} = \frac{25 \cdot 51 \cdot 2}{1000} = 2,55 \text{ м}^3 / \text{сут}$$

Расход душевых стоков определяется по формуле

$$Q_{\text{душ}} = q_{\text{душ}} \cdot n_{\text{душ}} \cdot 0,75 \cdot n_{\text{см}} , \quad (1.3)$$

где $q_{\text{душ}}$ – норма потребления воды 1 душевой сеткой в час, $0,5 \text{ м}^3/\text{ч}$;

$n_{\text{душ}}$ – количество душевых сеток, шт.;

$0,75$ – коэффициент неравномерности водопотребления душевыми сетками.

Принимается, что душем будут пользоваться только 20% от числа рабочих в смену. Находится количество душевых сеток, зная, что 1 душевая сетка может использоваться одновременно 5-15 рабочими.

$$Q_{\text{душ}} = 0,5 \cdot 2 \cdot 0,75 \cdot 2 = 1,5 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Расход сточных вод от промпредприятия определяем по формуле

$$Q_{\text{нр}} = \frac{q_{\text{нр}} \cdot N}{1000} , \quad (1.4)$$

где $q_{\text{нр}}$ – удельный среднесуточный расход, определяемый по таблице 14 [6], л/сут;

N – число птиц.

$$Q_{\text{нр}} = \frac{0,06 \cdot 617000 + 0,06 \cdot 95000 + 0,04 \cdot 58000 + 0,04 \cdot 50000}{1000} = 47,04 \text{ м}^3 / \text{сут}$$

Среднегодовой объем поверхностных сточных вод, образующихся на поверхности рассматриваемого предприятия в период выпадения дождей, таяния снега и мойки дорожного покрытия, определяется по формуле

$$W_{\Sigma} = W_D + W_T + W_M, \quad (1.5)$$

где W_D – среднегодовой объем дождевых вод, м³/год;

W_T – среднегодовой объем талых вод, м³/год;

W_M – среднегодовой объем поливомоечных вод, м³/год.

Среднегодовой объем дождевых вод определяется по следующей формуле

$$W_D = 10 \cdot h_D \cdot \psi_D \cdot F, \quad (1.6)$$

где h_D – высота слоя осадков за теплый период года, определяемая согласно таблице 4.1 [2];

Ψ_D – общий коэффициент стока дождевых вод, определяемый как средневзвешенная величина из частных значений для площадей стока с различным видом поверхности с учетом придорожной полосы и объектов придорожного сервиса:

$$\psi_D = \frac{\sum \psi_i \cdot F_i}{F}, \quad (1.7)$$

где ψ_i – коэффициент стока для поверхности данного типа;

F_i – площадь поверхности, характеризующаяся ψ_i , га;

F – общая площадь стока, га.

Коэффициент стока дождевых вод:

$$\psi_D = \frac{F_K \cdot \psi_K + F_A \cdot \psi_A}{F}, \quad (1.8)$$

где ψ_A – коэффициент стока для асфальтобетонных покрытий дорог, 0,7;

ψ_K – коэффициент стока для кровли, 0,7;

F_A – площадь асфальтобетонных покрытий дорог, 1,63 га;

F_K – площадь кровли, 2,81;

F – общая площадь водосбора, 24,27 га.

Значения общего коэффициента стока для различных типов поверхности водосбора представлены в таблице 1.1.

$$\psi_d = \frac{2,81 \cdot 0,7 + 1,63 \cdot 0,7}{24,27} = 0,13$$

Годовое количество дождевых вод находим по формуле (1.6)

$$W_d = 10 \cdot 367 \cdot 0,13 \cdot 24,27 = 11579,22 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Годовое количество талых вод ($\text{м}^3/\text{год}$) определяем по формуле

$$W_T = 10 \cdot h_T \cdot \psi_T \cdot F, \quad (1.9)$$

где h_T – высота слоя осадков за холодный период года, определяется согласно таблице 3.1 [2], мм;

ψ_T – коэффициент стока талых вод, 0,6;

F – см. формулу (1.8).

$$W_T = 10 \cdot 104 \cdot 0,6 \cdot 24,27 = 15144,48 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Годовое количество поливочных вод, стекающих с площади стока, определяется по формуле

$$W_M = 10 \cdot m \cdot K \cdot F_M \cdot \psi_M, \quad (1.10)$$

где m – удельный расход воды на мойку дорожных покрытий, согласно [1] равен 0,2-1,5 л/м² на одну мойку;

k – среднее количество моек в году, 100-120;

F_M – площадь территории, подвергающаяся мойке, га;

ψ_M – коэффициент стока для поливомоечных вод, 0,5.

$$W_M = 10 \cdot 1,35 \cdot 100 \cdot 1,63 \cdot 0,5 = 1100,25 \text{ м}^3 / \text{год} = 3,01 \text{ м}^3 / \text{сут}$$

Годовой объем сточных вод определяем по формуле (1.5)

$$W_{\Sigma} = 11579,22 + 15144,48 + 1100,25 = 27823,947 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Таблица 1.1 – Значения общего коэффициента стока для различных типов поверхности водосбора

Вид поверхности стока	Значение коэффициента стока ψ_0
Газоны	0,1
Кровля зданий	0,7
Асфальтовые покрытия	0,7
Грунтовые поверхности	0,2

Суточный расход поверхностных вод определяется с использованием данных по среднему в году количеству дождливых дней по формуле

$$q_{\text{сут}} = \frac{W_D}{t_{\text{дл}}}, \quad (1.11)$$

где W_D – годовое количество дождевых вод, м³/год;

$t_{\text{дл}}$ – среднее в году количество дождливых дней, 90 дней.

$$q_{\text{сут}} = \frac{11579,22}{90} = 128,66 \text{ м}^3 / \text{сут}$$

Часовой расход поверхностного стока определяется с использованием данных по средней продолжительности дождя в течение суток по формуле

$$q_{\text{час}} = \frac{q_{\text{сут}}}{t_{\text{д2}}} , \quad (1.12)$$

где $q_{\text{сут}}$ – суточный расход поверхностных вод, м³/сут;

$t_{\text{д2}}$ – средняя продолжительность дождя в течение суток, 3 ч.

$$q_{\text{час}} = \frac{128,66}{3} = 42,89 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

Суточный расход талого стока определяется с использованием данных по среднему количеству дней интенсивного таяния снега по формуле

$$q_{\text{сут}} = \frac{W_T}{t_{\text{T1}}} , \quad (1.13)$$

где W_T – годовой объем талых вод, м³/год;

t_{T1} – среднее в году количество дней интенсивного таяния снега, 10 дней.

$$q_{\text{сут}} = \frac{15144,48}{10} = 1514,45 \text{ м}^3 / \text{сут}$$

Часовой расход талых стоков определяется с использованием данных по средней продолжительности таяния снега в течение суток по формуле

$$q_{\text{час}} = \frac{q_{\text{сут}}}{t_{T2}}, \quad (1.14)$$

где $q_{\text{сут}}$ – суточный расход талых вод, м³/сут;

t_{T2} – средняя продолжительность таяния снега в течение суток принятых 10 дней составляет 10 ч.

$$q_{\text{час}} = \frac{1514,45}{10} = 151,44 \text{ м}^3 / \text{ч},$$

$$Q_{\text{сут}} = 2,55 + 1,5 + 47,04 + 1646,12 = 1697,21 \text{ м}^3 / \text{сут}$$

1.4 Расчет водоотводящей сети

Расход дождевых сточных вод для гидравлического расчета сети и определения диаметров трубопроводов рассчитывается по формуле

$$Q_{\text{cal}} = \beta \cdot Q_r, \quad (1.15)$$

где β – коэффициент, учитывающий заполнение свободного объема сети в момент возникновения напорного режима (таблица 1.2);

Q_r – расход дождевых сточных вод, определяемый методом предельных интенсивностей.

Таблица 1.2 – Значения коэффициента β , учитывающего заполнение свободной емкости сети в момент возникновения напорного режима

Показатель степени n	<0,4	0,5	0,6	0,7
Коэффициент β	0,8	0,75	0,7	0,65

Расход дождевых сточных вод, определяемый методом предельных интенсивностей, рассчитывается по формуле

$$Q_r = \frac{\psi_{mid} \cdot A \cdot F}{t_r^n}, \quad (1.16)$$

где ψ_{mid} - средний коэффициент стока;

A, n – параметры, характеризующие соответственно интенсивность и продолжительность дождя для конкретной местности;

F – расчетная площадь стока, га;

t_r – расчетная продолжительность дождя, равная продолжительности протекания дождевых вод по поверхности и трубам до расчетного участка, мин.

Средний коэффициент стока определяется как средневзвешенная величина:

$$\psi_{mid} = \frac{\psi_i \cdot F_i}{F}, \quad (1.17)$$

где ψ_i – постоянный коэффициент стока, определяется по таблице 1.3;

F_i – площадь поверхности стока, га;

F – см. формулу (1.8).

Таблица 1.3 – Значения постоянных коэффициентов стока для разного вида поверхностей

Вид поверхности стока	Постоянный коэффициент стока ψ_i
Кровли и асфальтобетонные покрытия (водонепроницаемые поверхности)	0,95
Брусчатые мостовые и щебеночные покрытия	0,6
Булыжные мостовые	0,45
Щебеночные покрытия, не обработанные вяжущими материалами	0,4
Гравийные садово-парковые дорожки	0,3

$$\psi_{mid} = \frac{0,95 \cdot 2,81 + 0,95 \cdot 1,63}{24,27} = 0,17$$

Параметры A и n определяются по результатам обработки многолетних записей самопишущих дождемеров местных метеорологических станций или по данным территориальных управлений Гидрометеослужбы.

При отсутствии обработанных данных параметр A определяется по формуле

$$A = q_{20} \cdot 20^n \left(1 + \frac{\lg P}{\lg m_r} \right)^y, \quad (1.18)$$

где q_{20} – интенсивность дождя (л/с на 1 га) продолжительностью 20 мин при $P=1$ год для средней части Красноярского края 70 л/с на 1 га;

n – показатель степени, для Восточной Сибири: при $P>1$ $n=0,6$, при $P<1$ $n=0,52$, согласно таблице 9 [1];

m_r – среднее количество дождей за год, для Восточной Сибири 90, согласно таблице 9 [1];

P – период однократного превышения расчетной интенсивности дождя, год;

y – показатель степени, для восточной Сибири 1,54, согласно таблице 9 [1].

Таблица 1.4 – Период однократного превышения расчетной интенсивности дождя P для промышленных предприятий

Условия технологических процессов	Период однократного превышения расчетной интенсивности дождя P (годы) при значении q_{20}		
	До 70	70-100	Свыше 100
Технологические процессы предприятия не нарушаются	0,33-0,5	0,5-1	2
Технологические процессы предприятия нарушаются	0,5-1	1-2	3-5

$$A = 70 \cdot 20^{0,6} \left(1 + \frac{\lg 0,5}{\lg 90} \right)^{1,54} = 325$$

Расчетная продолжительность протекания дождевого стока по поверхности и трубам до расчетного участка (створа) определяется по формуле

$$t_r = t_{con} + t_{can} + t_p, \quad (1.19)$$

где t_{con} – продолжительность протекания дождевого стока по поверхности земли до уличного лотка, или при наличии дождеприемников в пределах квартала до уличного коллектора (время поверхностной концентрации), мин;

t_{can} – продолжительность протекания дождевого стока по уличным лоткам до дождеприемника (при отсутствии их в пределах квартала), мин;

t_p – продолжительность протекания дождевого стока по трубам до рассчитываемого сечения (створа), мин.

При расчете внутриквартальной канализационной сети или промышленной площадки время поверхностной концентрации t_{con} принимается равным 2-3 мин.

При наличии закрытой дождевой сети и дождеприёмников внутри квартала жилой застройки или на территории предприятия $t_{can} = 0$.

Продолжительность протекания дождевого стока по подземным трубам до рассчитываемого сечения определяется по формуле

$$t_p = 0,017 \cdot \sum \frac{l_p}{v_p}, \quad (1.20)$$

где 0,017 – коэффициент, учитывающий заполнение свободной емкости коллектора и постепенное нарастание скоростей движения сточных вод по мере наполнения труб;

l_p – длина участков уличного коллектора, м; (принимается по реальным данным);

v_p – расчетная скорость течения сточных вод на участке, м/с.

Расчётные расходы талых вод при поступлении в водосточную сеть могут быть определены по слою стока за часы снеготаяния в течение суток по формуле

$$Q_t = \frac{5,5 \cdot h_c \cdot K_y \cdot F}{10 + t_r}, \quad (1.21)$$

где h_c – слой талых вод за 10 дневных часов, мм; принимается в зависимости от расположения объекта, для Красноярского края 20 мм;

K_y – коэффициент, учитывающий вывоз и уборку снега, определяется по формуле

$$K_y = 1 - F_y / F, \quad (1.22)$$

где F_y – площадь, очищаемая от снега, включая площадь кровель, оборудованных внутренними водостоками, га;

F – см. формулу (1.8);

t_r – см. формулу (1.19).

$$K_y = 1 - 4,44 / 24,27 = 0,817$$

Расчет по данным формулам сводим в таблицу 1.5.

Таблица 1.5 – Определение расчетных расходов поверхностного стока при отведении в коллектор уличной сети

Участок	t_{con} , мин	t_{can} , мин	t_p , мин	t_r , мин	Q_r , л/с	Q_{cal} , л/с	Q_t , л/с
1	2	3	4	5	6	7	8
КК2-1	3	0	0,03643	3,03643	125,979	88,1851	30,6083
КК2-2	3	0	0,03643	3,03643	125,979	88,1851	30,6083
КК2-3	3	0	0,03643	3,03643	125,979	88,1851	30,6083
КК2-4	3	0	0,03643	3,03643	125,979	88,1851	30,6083
КК2-5	3	0	0,03643	3,03643	125,979	88,1851	30,6083
КК2-6	3	0	0,07286	3,07286	125,081	87,5564	30,523
КК2-7	3	0	0,03643	3,03643	125,979	88,1851	30,6083
КК2-8	3	0	0,07286	3,07286	125,081	87,5564	30,523
КК2-9	3	0	0,03643	3,03643	125,979	88,1851	30,6083
КК2-10	3	0	0,04857	3,04857	125,677	87,9742	30,5798
КК2-11	3	0	0,04614	3,04614	125,738	88,0163	30,5855
КК2-12	3	0	0,04517	3,04517	125,762	88,0332	30,5878
КК2-13	3	0	0,35409	3,35409	118,678	83,0747	29,8802
КК2-14	3	0	0,90319	3,90319	108,359	75,8511	28,7001
КК2-15	3	0	1,46054	4,46054	100,019	70,0133	27,5939
КК2-16	3	0	0,03643	3,03643	125,979	88,1851	30,6083
КК2-17	3	0	0,03643	3,03643	125,979	88,1851	30,6083
КК2-18	3	0	0,03643	3,03643	125,979	88,1851	30,6083
КК2-19	3	0	0,03643	3,03643	125,979	88,1851	30,6083
КК2-20	3	0	0,03643	3,03643	125,979	88,1851	30,6083
КК2-21	3	0	0,03643	3,03643	125,979	88,1851	30,6083
КК2-22	3	0	3,27129	6,27129	81,527	57,0689	24,5231

Системы отведения поверхностного стока состоят из открытой части, по которой поверхностный сток отводится с помощью открытых лотков, кюветов, канав или водоотводных открытых каналов; и закрытой – по сети подземных трубопроводов.

Дождеприемники – это колодцы, перекрытые на уровне поверхности земли или дорожного покрытия чугунными решетками с прозорами 20-30 мм. Дождеприемники устанавливают для предотвращения затопления дождевыми водами улиц и подвальных помещений. Они обеспечивают надежную защиту от поверхностных сточных вод как в непосредственной близости от фундамента, так и на самом участке водоотводящей сети.

По данному расчету расхода дождевых сточных вод Q_{cal} , л/с, проводим гидравлический расчет поверхностного стока для подбора диаметров трубопровода.

При гидравлическом расчете водоотводящей сети поверхностного стока согласно [1], принимаются следующие нормативные требования:

1 Наполнение труб дождевой сети h/d принимается полным, т.е. равным 1.

2 Минимальный диаметр внутриквартальной дождевой сети принимается 200 мм, а уличной – 250 мм.

3 Скорости движения сточных вод в трубах водоотводящей сети поверхностного стока принимаются: минимальная скорость с учётом диаметра и степени наполнения труб от 0,7 до 1,5 м/с, наибольшая скорость: для металлических и пластиковых труб – 10 м/с, для неметаллических – 7 м/с.

4 Соединения (сопряжение) трубопроводов разных диаметров в колодцах предусматриваются по шельгам труб; при обосновании, допускается по расчетному уровню воды.

Расчет сводим в таблицу 1.6.

Наименьший диаметр труб для производственного стока принимается равным 150 - 200 мм.

Уклон для труб диаметром 150 мм следует принимать 0,008, в зависимости от местных условий и при соответствующем обосновании – 0,007, для

труб диаметром 200 мм – 0,007, при соответствующем обосновании – 0,005; [1].

Расчет сводим в таблицу 1.7.

В графу 1 таблиц 1.6 и 1.7 записываются номера участков от диктующей точки до локальных очистных сооружений. В графу 2 записываем длины рассчитываемого участка по генплану. В графу 3 заносим расчетный расход сточных вод на участке Q_{np} . Графы 4, 5, 6 и 7 заполняем с помощью таблиц Лукиных по максимальному расходу сточных вод.

Степень наполнения труб и каналов $\frac{h}{d}$ – это максимально допустимое отношение рабочей глубины потока сточных вод h к диаметру поперечного сечения D .

Слой воды в трубе определяем по формуле

$$h = \frac{h}{d} \cdot d, \quad (1.23)$$

где d – диаметр трубопровода, мм;

$\frac{h}{d}$ – наполнение трубы.

Падение на участке сети определяем по формуле

$$\Delta h = i \cdot l, \quad (1.24)$$

где i – гидравлический уклон трубопровода;

l – длина участка сети, м.

Таблица 1.6 – Гидравлический расчет ливневых сточных вод

№ уч-ка	l , м	Q_{cal} , л/с	D , мм	i	V , м/с	Наполнение h/d	Слой воды h , м	Падение на уч-ке сети, Δh , м
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 – 2	61,5	88,1851	250	0,004	2,23	1	0,25	0,246
2 – 3	63,29	176,37	300	0,003333	2,93	1	0,3	0,210967
3 – 4	38,32	264,555	350	0,002857	3,25	1	0,35	0,109486
4 – 5	38,45	352,741	400	0,0025	3,53	1	0,4	0,096125
5 – 6	60,82	440,926	450	0,002222	3,31	1	0,45	0,135156
6 – 7	58,31	528,482	500	0,002	2,88	1	0,5	0,11662
7 – 8	58,27	175,742	300	0,003333	2,93	1	0,3	0,194233
8 – 9	58,72	88,1851	250	0,004	2,23	1	0,25	0,23488
7- 10	53,63	792,409	600	0,001667	3,29	1	0,6	0,089383
10 - 11	64,92	880,383	700	0,001429	2,4	1	0,7	0,092743
11 - 12	60	968,399	700	0,001429	2,66	1	0,7	0,085714
12 - 13	18,49	1056,43	700	0,001429	2,9	1	0,7	0,026414
13 - 14	14,58	1139,51	700	0,001429	3,07	1	0,7	0,020829
14 - 15	37,19	1215,36	800	0,00125	3,16	1	0,8	0,046488
15 - 16	60,14	1285,37	800	0,00125	3,19	1	0,8	0,075175
16 - 17	64,31	1373,56	800	0,00125	3,21	1	0,8	0,080388
17 - 18	64,77	1461,74	800	0,00125	3,33	1	0,8	0,080963
18 - 19	60	1549,93	800	0,00125	3,44	1	0,8	0,075
19 - 20	56,52	1638,11	900	0,001111	3,62	1	0,9	0,0628
20 - 21	57,65	1726,3	900	0,001111	3,65	1	0,9	0,064056
21 - 22	38,38	1814,48	900	0,001111	3,68	1	0,9	0,042644
22 - ЛОС	134,7	1871,55	900	0,001111	3,69	1	0,9	0,149667

Таблица 1.7 – Гидравлический расчет производственных сточных вод

№ уч-ка	l , м	Q , л/с	D , мм	i	V , м/с	Наполнение h/d	Слой воды h , м	Падение на уч-ке сети, Δh , м
1 - 2	81,39	47,04	200	0,007	2,36	0,6	0,12	0,56973
2 - 3	297,33	47,04	200	0,007	2,36	0,6	0,12	2,08131
3 - 4	91,58	47,04	200	0,007	2,36	0,6	0,12	0,64106
4 - ЛОС	188,89	47,04	200	0,007	2,36	0,6	0,12	1,32223

Канализационные колодцы для производственного стока принимаются из сборного железобетона, компании «Эколайн» марка Pipe Life D630.

Дождеприемные колодцы принимаются марки ДК1000.

Для подачи ливневого стока с участков 9-8 и 8-7 в колодец 10 используем насос марки Grundfos SE 1.75.

2 Расчет системы водоотведения

2.1 Система водоотведения производственных сточных вод

Для предложения реконструкции действующей схемы был проведён анализ исследуемого стока, приведённый в таблице 2.1, и расчет превышения ПДК представлен в таблице 2.2.

Таблица 2.1 – Исходные данные состава сточных вод с предприятия ОАО «Заря»

Наименование	Концентрация веществ в сточной воде, мг/л
1	2
рН	7
Взвешенные вещества	80
ХПК	60 мг $O_2/дм^3$

Окончание таблицы 2.1

1	2
БПК ₅	30
Аммоний-ион (NH ₄)	4
Фосфат-ион (PO ₄)	0,13
Жиры	0,29

Таблица 2.2 – Расчет превышения ПДК

Наименование	Фактический сброс, мг/л	ПДК, мг/л	Превышение, раз
рН	7	6 - 9	норма
Взвешенные вещества	80	10	8
ХПК	60 мг O ₂ /дм ³	15 мг O ₂ /дм ³	4
БПК ₅	30	3	10
Аммоний-ион (NH ₄)	4	0,5	8
Фосфат-ион (PO ₄)	0,13	0,15	норма
Жиры	0,29	0,1	2,9

Предельно-допустимые концентрации химических веществ в воде водных объектов определяется согласно [15].

Количество загрязнений, поступающих со сточными водами от промышленного предприятия, определено с учетом концентрации *i*-го компонента в производственных сточных водах и расхода сточных вод представлен в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Количество загрязнений, поступающих от предприятия

Показатели состава	Концентрация C _i , г/м ³ (мг/л)	Количество P _i ^I , г/ч
1	2	3
рН	7	7
Взвешенные вещества	80	156,8
ХПК	60 мг O ₂ /дм ³	117,6

Окончание таблицы 2.3

1	2	3
БПК ₅	30	58,8
Аммоний-ион (NH ₄)	4	7,84
Фосфат-ион (PO ₄)	0,13	0,2548
Жиры	0,29	0,5684

По полученному значению расхода сточных вод составляем балансовую схему оборотного водопользования по часам суток, таблица 2.4.

Таблица 2.4 – Балансовая схема оборотного водопользования

Часы суток	Часовое водоотведение		Поступление в аккумулятор., м ³ /ч	Расход из аккумулятора., м ³ /ч	Остаток воды в аккумуляторе., м ³ /ч
	м ³ /ч	%			
1	2	3	4	5	6
0 - 1	0,9408	2	0,9408	1,96	-1,0192
1 - 2	0,98784	2,1	0,98784	1,96	-1,99136
2 - 3	0,87024	1,85	0,87024	1,96	-3,08112
3 - 4	0,89376	1,9	0,89376	1,96	-4,14736
4 - 5	1,34064	2,85	1,34064	1,96	-4,76672
5 - 6	1,74048	3,7	1,74048	1,96	-4,98624
6 - 7	2,1168	4,5	2,1168	1,96	-4,82944
7 - 8	2,49312	5,3	2,49312	1,96	-4,29632
8 - 9	2,72832	5,8	2,72832	1,96	-3,528
9 - 10	2,84592	6,05	2,84592	1,96	-2,64208
10 - 11	2,72832	5,8	2,72832	1,96	-1,87376
11 - 12	2,68128	5,7	2,68128	1,96	-1,15248
12 - 13	2,25792	4,8	2,25792	1,96	-0,85456
13 - 14	2,21088	4,7	2,21088	1,96	-0,60368
14 - 15	2,37552	5,05	2,37552	1,96	-0,18816
15 - 16	2,49312	5,3	2,49312	1,96	0,34496
16 - 17	2,56368	5,45	2,56368	1,96	0,94864
17 - 18	2,37552	5,05	2,37552	1,96	1,36416

Окончание таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6
18 - 19	2,28144	4,85	2,28144	1,96	1,6856
19 - 20	2,1168	4,5	2,1168	1,96	1,8424
20 - 21	1,97568	4,2	1,97568	1,96	1,85808
21 - 22	1,69344	3,6	1,69344	1,96	1,59152
22 - 23	1,34064	2,85	1,34064	1,96	0,97216
23 - 24	0,98784	2,1	0,98784	1,96	0
	47,04	100			

2.2 Система водоотведения ливневых сточных вод

Таблица 2.5 – Исходные данные состава ливневых сточных вод с предприятия ОАО «Заря»

Тип участка	Дождевой сток, мг/л			Талый сток, мг/л		
	Взвешенные вещества	БПК ₅	Нефтепродукты	Взвешенные вещества	БПК ₅	Нефтепродукты
Территории, прилегающие к промышленному предприятию	2000	65	18	4000	110	25

Таблица 2.6 – Расчет превышения ПДК

Наименование	Фактический сброс		ПДК, мг/л	Превышение, раз	
	Дождевой сток	Талый сток		Дождевой сток	Талый сток
Взвешенные вещества	2000	4000	10	200	400
БПК ₅	65	110	3	21,67	36,67
Нефтепродукты	18	25	0,05	360	500

3 Современные локальные очистные сооружения для фермерского хозяйства

3.1 Локальные очистные сооружения для производственного стока

Эффективность работы таких систем в значительной степени зависит от рационально скомпонованной технологической схемы очистки стока, состав которого определяется рядом факторов: времени года, актуальности продукции, и т.д.

Оборотная схема предприятия пищевой промышленности: аккумулирующая емкость → вертикальный отстойник со встроенной жироприемной камерой → скорый напорный фильтр с порозластановой загрузкой → напорный сорбционный фильтр с загрузкой из кварцевого песка → бактерицидная установка «Лазурь-М-5К» → дополнительное оборудование для сбора и утилизации шлама.

Эффективность очистки стока технологической схемы до и после реконструкции представлена, соответственно в таблицах 3.1, 3.2.

Снижение концентрации веществ в сточной воде на традиционной схеме очистки и предлагаемой представлено на рисунках 3.1, 3.2.

Таблица 3.1 – Эффективность очистки стока технологической схемы до реконструкции

Показатель	Исходная концентрация, мг/л	Концентрация после аккумуляющей емкости, мг/л	%	Концентрация после фильтра, мг/л	%
Взвешенные вещества	80	56	30	22,4	60
ХПК	60	60	0	24	60
БПК ₅	30	30	0	12	60
Аммоний-ион	4	4	0	1,6	60
Фосфат-ион (PO ₄)	0,13	0,13	0	0,05	60
Жиры	0,29	0,29	0	0,116	60

Таблица 3.2 – Эффективность очистки стока технологической схемы после реконструкции

Показатель	Исходная концентрация, мг/л	Концентрация после аккумуляющей емкости, мг/л	%	Концентрация после жироприемной камеры, мг/л	%	Концентрация после отстойника, мг/л	%	Концентрация после фильтра, мг/л	%	Концентрация после сорбционного фильтра, мг/л	%	Концентрация после бактерицидной установки, мг/л	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Взвешенные вещества	80	56	30	22,4	60	8,96	60	8,96	0	4,48	50	0,45	90

Окончание таблицы 3.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ХПК	60	60	0	60	0	36	40	36	0	7,2	80	0,43	94
БПК ₅	30	30	0	30	0	30	0	30	0	12	60	0,72	94
Аммоний-ион	4	4	0	4	0	4	0	4	0	3,2	20	0,16	95
Фосфат-ион (PO ₄)	0,13	0,13	0	0,13	0	0,13	0	0,03	75	0,024	20	0,0012	95
Жиры	0,29	0,29	0	0,116	60	0,116	0	0,116	0	0,023	80	0,00092	96

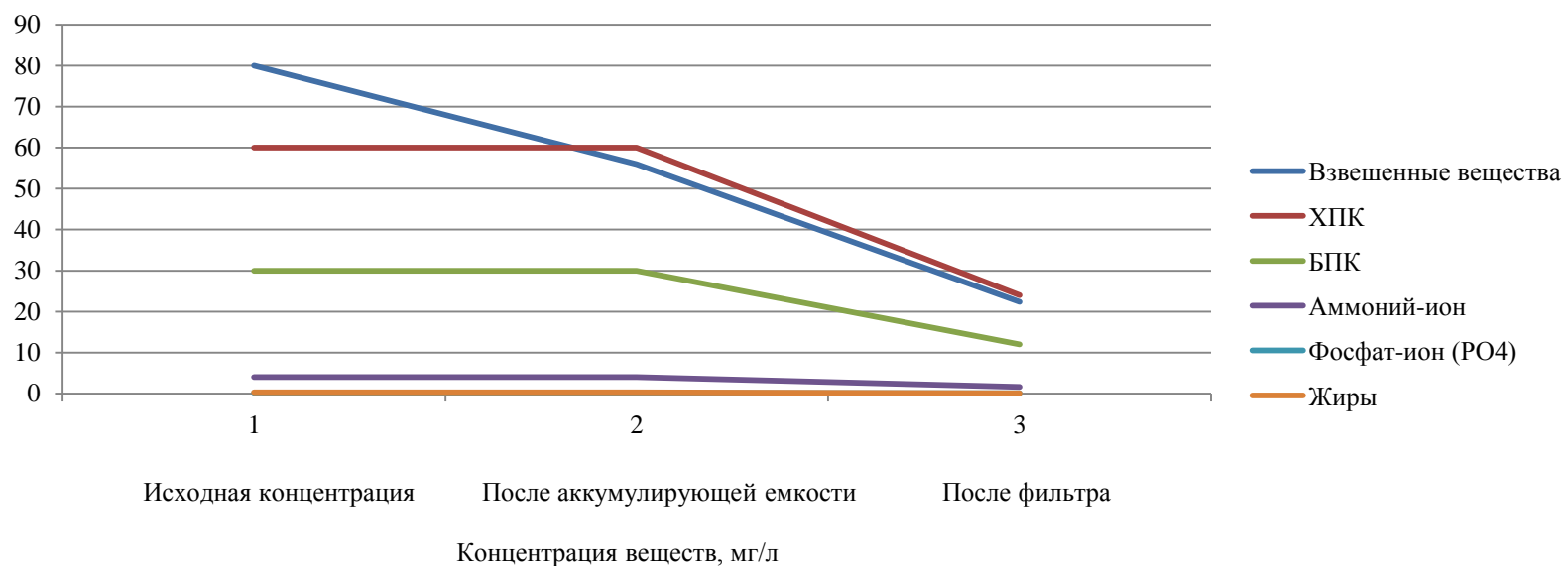


Рисунок 3.1 – Снижение концентрации веществ в сточной воде по традиционной схеме очистки

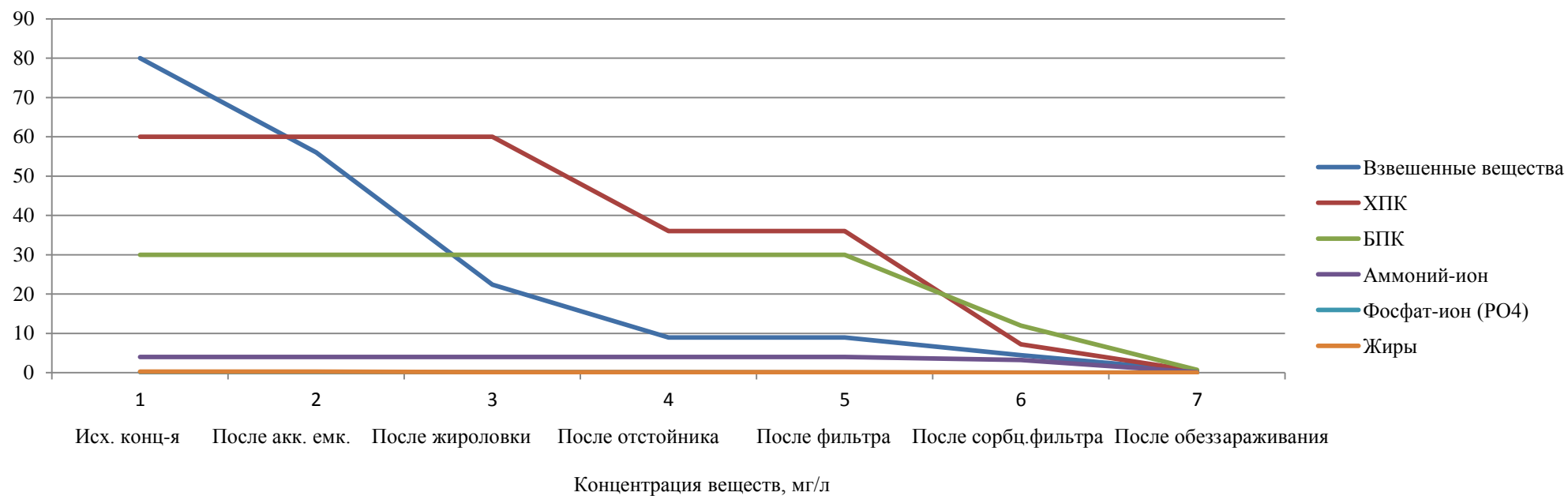


Рисунок 3.2 – Снижение концентрации веществ в сточной воде по предлагаемой схеме очистки

3.1.1 Аккумулирующая емкость

Объем аккумулирующей емкости равен максимальному остатку воды в промежутки времени 5-6 часов.

$$W_{\text{акк}} = 4,98 \text{ м}^3.$$

Принимаем аккумулирующую емкость с размерами в плане 2х3х1 м.

3.1.2 Жироприемная камера

Жироловка предназначена для отделения и задержания жиров и минеральных масел из сточных вод, направляемых в очистные сооружения из кухонь, ресторанов, мясоперерабатывающих и других предприятий. Используется как отдельная очистная единица в самостоятельной изолированной канализационной системе. Жироуловитель (жироотделитель), как правило, применяют в качестве начальной системы улавливания и удаления неэмульгированных жиров и масел из сточных вод и проектируется, обычно, вне здания, непосредственно на выпусках канализации. Защищает канализацию от жирового загрязнения, а очистные сооружения от снижения эффективности процессов очистки и проблем в эксплуатации.

Жироуловитель представляет собой цилиндрический моноблочный резервуар-емкость, образующими два отстойника, в которых происходит отделение песка, осадка и жира.

Все модели жироуловителей имеют технический колодец, предназначенный для обслуживания и откачки накопленного ила и жира.

Сточные воды поступают через подводящий патрубок в первую камеру жироуловителя, где происходит осаждение взвешенных веществ и отделение частиц жира от воды в результате разницы их удельных плотностей.

Предварительно очищенные стоки, попадают в камеру отстаивания, где происходит окончательное осветление сточной воды. Очищенные стоки через выходной патрубок направляются на дальнейшую доочистку на фильтре.

Осадок и жировой слой находится в жироседелителе до момента его удаления, например, при помощи ассенизационной машины.

Диаметр $D = 2,0$ м.

$$v_p = q \cdot 1000 / \pi d^2 / 4, \quad (3.1)$$

где q – удельный среднесуточный расход, м³/сут.

$$v_p = 0,00003 \cdot 1000 / 3,14 \cdot 2^2 / 4 = 0,001 \text{ мм/с}$$

Коэффициент, учитывающий влияние механических примесей на всплывание жиродержащих веществ:

$$\alpha = 0,0015 \frac{K_{жс}}{K_{мн}} + 0,875, \quad (3.2)$$

где $K_{жс}$ – концентрация жира в воде, мг/л;

$K_{мн}$ – концентрация механических примесей в воде, мг/л.

$$\alpha = 0,0015 \frac{0,29}{56} + 0,875 = 0,875$$

Скорость всплывания частиц жира:

$$U = \frac{\alpha(112 - 93 \cdot \gamma_{жс})10^{0,0143d}}{1000}, \quad (3.3)$$

где α – см. формулу (3.2);

$\gamma_{жс}$ – удельный вес жира;

d – расчетный диаметр жиросодержащих частиц, мкм.

$$U = \frac{0,875(112 - 93 \cdot 0,89) \cdot 10^{0,0143100}}{1000} = 0,688$$

Рабочая глубина жироприемника:

$$H = 12,5 \frac{D}{0,312 + \frac{U}{\sqrt{v_p}} - 0,00018 \cdot v_p^2}, \quad (3.4)$$

где D, U, v_p – см. в вышеприведенных расчетах.

$$H = 12,5 \frac{2}{0,312 + \frac{0,688}{\sqrt{0,001}} - 0,00018 \cdot (0,001)^2} = 1,13 м$$

Продолжительность всплывания жиросодержащих частиц:

$$t_{\epsilon} = \frac{H}{U \cdot 3,6}, \quad (3.5)$$

$$t_{\epsilon} = \frac{1,13}{0,688 \cdot 3,6} = 0,46 ч$$

Количество осадка, удерживаемого в жироприемнике:

$$W_{oc} = \frac{24 \cdot Q_{\epsilon} \cdot K_{\text{мн}} \cdot \mathcal{E}}{\gamma_{oc} (100 - P) 10^6}, \quad (3.6)$$

где $Q_{\text{ч}}$ – часовой расход производственных сточных вод, $\text{м}^3/\text{ч}$;

$K_{\text{мн}}$ – см. формулу (3.2);

$\gamma_{\text{ос}}$ – плотность осадка, $\text{г}/\text{см}^3$;

\mathcal{O} – эффект очистки по взвешенным веществам, %;

P – влажность осадка.

$$W_{\text{ос}} = \frac{24 \cdot 1,96 \cdot 56 \cdot 60}{1,5(100 - 80)10^6} = 0,0053 \text{ м}^3 / \text{сут}$$

Объем выпускаемых обводненных жиропродуктов:

$$W_{\text{ос}} = \frac{24 \cdot Q_{\text{ч}} (C_{\text{исх}} - C_{\text{ост}})}{\gamma_{\text{н}} \cdot 10^6}, \quad (3.7)$$

где $Q_{\text{ч}}$ – см. формулу (3.6);

$C_{\text{исх}}$ – исходная концентрация жира, $\text{мг}/\text{л}$;

$C_{\text{ост}}$ – остаточная концентрация, 60% от исходной, $\text{мг}/\text{л}$;

$\gamma_{\text{н}}$ – удельный вес жира.

$$W_{\text{ос}} = \frac{24 \cdot 1,96(0,29 - 0,116)}{0,89 \cdot 10^6} = 0,0000092 \text{ м}^3 / \text{сут}$$

Потери:

$$Q_{\text{н}} = W + W_{\text{ос}}, \quad (3.8)$$

$$Q_{\text{н}} = 0,0000092 + 0,0053 = 0,0053 \text{ м}^3 / \text{сут}$$

Суточный расход определяется по формуле

$$Q_{\text{сут}} = Q_{\text{нп}} - Q_{\text{н}}, \quad (3.9)$$

$$Q_{\text{сут}} = 47,04 - 0,0053 = 47,0347 \text{ м}^3 / \text{сут} = 1,96 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

3.1.3 Вертикальный отстойник с ламинарным модулем

Вертикальные отстойники представляют собой круглые, квадратные или многоугольные в плане резервуары с конусным или пирамидальным днищем. Вертикальные отстойники обычно предусматривают на станциях производительностью до 50000 м³/сут, а чаще - до 20 000 м³/сут и при низком уровне грунтовых вод.

Сточная жидкость подводится к низу рабочей части отстойника по центральной трубе. После выхода из трубы сточная жидкость движется снизу вверх к сливным желобам, по которым поступает в отводной лоток. Во время движения сточной жидкости по отстойнику из нее выпадают взвешенные вещества, удельный вес которых больше удельного веса воды.

При расчете отстойников для бытовых сточных вод проточную скорость принимают не более 0,7 мм/с, а время отстаивания - таким же, как и для горизонтальных отстойников.

Необходимый объем рабочей части отстойника определяют по формуле

$$W = q \cdot t, \tag{3.10}$$

где q – суточный расход сточных вод, м³/ч;

t – время отстаивания, ч.

$$W = 47,04 \cdot 0,5 = 23,52 \text{ м}^3$$

Высоту рабочей части отстойника определяют по формуле

$$H = V \cdot t, \quad (3.11)$$

где V - проточная скорость, мм/с;

t – время отстаивания, с.

$$H = 0,7 \cdot 1800 = 1,26 \text{ м.}$$

Площадь живого сечения определяется по формуле

$$F = W / H, \quad (3.12)$$

$$F = 23,52 / 1,26 = 18,67 \text{ м}^2$$

Диаметр отстойника определяется по формуле

$$D = \sqrt{\frac{4(F + f)}{n}}, \quad (3.13)$$

где n – количество отделений в отстойнике, не менее 2;

f – площадь живого сечения центральной трубы, определяемая по формуле

$$f = q / V_{ц.тр}, \quad (3.14)$$

где q – заданный расход, м³/ч;

$V_{ц.тр}$ – скорость движения сточной воды в центральной трубе, 30мм/с=108 м/ч.

$$f = 6 / 108 = 0,056 \text{ м}^2,$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot (18,67 + 0,056)}{2}} = 6,12 \text{ м}$$

Общая высота отстойника определяется по формуле:

$$H_u = H + H_2 + H_3, \quad (3.15)$$

где H_2 - высота нейтрального слоя между низом отражательного щита и слоем осадка, равная 0,3 м;

H_3 - высота борта отстойника, равная 0,5 м.

$$H_u = 1,26 + 0,3 + 0,5 = 2,06 \text{ м}$$

Блоки тонкослойных элементов выполнены из параллельно установленных листов или пластин, расстояние между которыми составляет 0,025-0,1 м, т.е. значительно меньше, чем общая глубина отстойной зоны. Пластины в блоках устанавливаются под углом 45-70° к горизонту, что обеспечивает сползание осадка.

Тонкослойные отстойники отличаются от обычных более высокой производительностью (время осаждения взвеси 10 - 30 мин) и эффектом очистки (85 – 90 %), так как обеспечивают задержание не только грубодисперсных, но и тонкоэмульгированных частиц нефтепродуктов и взвеси. Они компактны и занимают значительно меньшую площадь (в 6 - 10 раз по сравнению с обычными отстойниками).

Высота ламинарного модуля принимается по рабочей части отстойника, и равна $H_{\text{л.м.}} = 2,06/3 = 0,69$ м, принимаем 1 м. Количество пластин составляет 42 штуки. Осадок сползает в иловый приямок, из которого периодически удаляется. Всплывающие вещества собираются в пазухе между секциями и удаляются погружающимся лотком, поворотными трубами.

Расстояние между блоками, а также между стенкой отстойника и блоком принимается из условий их монтажа и отведения задержанных загрязне-

ний в зоне накопления и обычно составляет около 0,1 м. При проектировании следует принимать меры для предотвращения движения жидкости за пределами блоков (предусматривать отгибы пластин, проектировать специальные перегородки за пределами блоков).

3.1.4 Напорный фильтр

Сточные воды с помощью насоса подаются в здание очистных сооружений на напорные фильтры.

Напорные фильтры применяют при частичном осветлении воды, используемой для технических целей, при мутности исходной воды до 300 мг/л.

Напорный фильтр представляет собой закрытый стальной резервуар, рассчитанный на внутреннее давление до 6 атм. В ряде случаев это позволяет подавать профильтрованную воду в разводящую сеть труб с достаточным напором, данные о напорных фильтрах в таблице 3.3 и таблице 3.4.

Продолжительность фильтроцикла в напорном фильтре обуславливается предельной потерей напора в фильтрующей загрузке и дренаже до 15 м вод. ст.

Кроме дренажной системы для отвода отфильтрованной воды и распределения воды при промывке устраивается распределительная система, по которой подаётся сжатый воздух. Подача воды на напорный фильтр и отвод промывной воды осуществляется либо через воронку, обращённую широким концом кверху, либо по кольцевой дырчатой трубе.

Таблица 3.3 – Данные о напорных фильтрах

Материал загрузки	Крупность зёрен, мм	Коэффициент неоднородности	Скорость фильтрации, м/ч	Интенсивность промывки, л/сек·м ²	
				водяной	воздушной
Песок кварце-	0,8-1,8	1,8	10-12	6-8	15-20

вый					
То же	1,5-2,5	2	13-15	6-8	18-25
Активирован- ный уголь	0,8-1,8	1,8	10-12	6-8	13-15
То же	1,5-2,5	2	13-15	6-8	16-20
Nortex ВСБ по- лимер	3-5	0,5	13-14	4-5	10-12
Примечание. Гравийные поддерживающие слои не устраиваются.					

Фильтрующая загрузка:

Nortex ВСБ – полимер представляет собою смесь полимерных материалов определенного состава и оригинальной структуры. В состав полимерной композиции входят специально модифицированные полиолефины. Изготавливается и поставляется ВСБ-полимер в гранулированном виде. ВСБ-полимер обладает высокой коалесцирующей способностью по отношению к различным нефтепродуктам, маслам и жирам природного или искусственного происхождения. По своей коалесцирующей способности ВСБ-полимер превышает известный коалесцирующий материал полипропилен более чем в 10 раз. ВСБ-полимер обладает также определенной сорбционной способностью по отношению к нефти и нефтепродуктам. Поэтому данный материал может быть использован в качестве коалесцирующей насадки и поглотителя в высокоэффективных коалесцирующих и адсорбционных фильтрах, предназначенных для очистки воды от нефтепродуктов.

Регенерация – промывка горячей водой. Утилизация – сжиганием, захоронением на полигонах промышленных отходов. Гарантированный срок работы с учетом регенерации – не менее одного года.

Таблица 3.4 – Основные размеры напорных вертикальных фильтров с порезластановой загрузкой

Диаметр фильтра, мм	Высота слоя загрузки, мм	Размеры фильтра по высоте, мм			Размеры фильтра в плане, мм			Диаметры основных трубопроводов, мм		
		H	H_1	H_2	L	L_1	L_2	d	d_1	d_2
700	1000	1873	349	134	568	407	476	63	25	25
1000	1000	2675	492	192	812	583	680	80	50	50
1500	1000	2962	643	193	860	602	955	125	80	50
2000	1000	3235	738	236	885	685	1170	150	80	50
2600	1000	3512	820	220	1400	808	1500	200	100	80
3000	1000	3745	850	290	1706	690	1730	250	125	100
3400	1000	3870	850	250	1700	982	1930	250	125	100

Площадь фильтра определяется по формуле

$$F = \frac{Q_{сут}}{T \cdot V_{p.n} - 3,6 \cdot n \cdot \omega \cdot t_1 - n \cdot t_2 \cdot V_{p.n}}, \quad (3.16)$$

где $Q_{сут}$ – суточный расход сточных вод, м³/сут;

T – продолжительность работы станции (фильтра) в течение суток, ч;

$V_{p.n}$ – скорость фильтрования при нормальном режиме, 5-6 м/ч;

n – число промывок фильтров за сутки, $n=2$;

ω – интенсивность промывки, 12-14 л/сек·м²;

t_1 – продолжительность первоначального взрыхления фильтрующей загрузки, 0,1 ч;

t_2 – продолжительность простоя фильтра из-за промывки, 0,33 ч.

$$F = \frac{47,04}{24 \cdot 6 - 3,6 \cdot 2 \cdot 12,5 \cdot 0,1 - 2 \cdot 0,33 \cdot 6} = 0,36 \text{ м}^2$$

Площадь фильтра:

$$F = \frac{\pi \cdot D^2}{4}, \quad (3.17)$$

Из формулы (3.17) выражаем диаметр фильтра:

$$D = \sqrt{\frac{F \cdot 4}{\pi}}, \quad (3.18)$$

$$D = \sqrt{\frac{0,36 \cdot 4}{3,14}} = 0,677 \text{ м}$$

Число фильтров определяем по формуле

$$N = 0,5\sqrt{F}, \quad (3.19)$$

$$N = 0,5\sqrt{0,36} \approx 1$$

Принимаем 1 рабочий фильтр + 1 резервный фильтр с порозластановой загрузкой Nortex ВСБ Ø 700 мм.

Типоразмеры:

$$H = 1873 \text{ мм}; H_1 = 349 \text{ мм}; L = 568 \text{ мм}; L_1 = 407 \text{ мм}; L_2 = 476 \text{ мм}.$$

Расчёт распределительной системы фильтра

Проектируется вертикальный напорный фильтр Ø 700 мм.

Площадь песчаной загрузки фильтра $f = 0,38 \text{ м}^2$.

Интенсивность промывки $\omega = 12,5 \text{ л/сек} \cdot \text{м}^2$.

Общий расход воды на промывку на один фильтр

$$q_{np} = f \cdot \omega = 0,38 \cdot 12,5 = 4,75 \text{ л/с} = 0,00475 \text{ м}^3 / \text{с}$$

Длина ответвлений:

С каждой стороны коллектора размещается по 6-7. Принимаем между осями ответвлений 0,10 м, следовательно, количество ответвлений принима-

ем 14 шт. Расход, поступающий в коллектор равен $0,006 \text{ м}^3/\text{с}$, следовательно, расход на одно ответвление составляет $0,00043 \text{ м}^3/\text{с}$, исходя из этого находим диаметр ответвления, он равен 17 мм.

Так как фильтр имеет в плане круглое сечение, то ответвления будут разной длины: 0,11 м; 0,24 м; 0,29 м; 0,31 м.

3.1.5 Сорбционный фильтр

Сорбция – это процесс поглощения твердым телом или жидкостью вещества из окружающей среды. Поглощающее тело называется сорбентом, а поглощаемое им вещество – сорбатом. Различают поглощение вещества всей массой жидкого сорбента (абсорбция) либо поверхностным слоем твердого или жидкого сорбента (адсорбция).

Сорбционная очистка может применяться совместно с методом биологической очистки как метод предочистки, доочистки и самостоятельно. Сорбционные методы весьма эффективны для извлечения из сточных вод ценных растворенных веществ с их последующей утилизацией и для использования очищенных стоков в системе оборотного водоснабжения промышленных предприятий. В качестве сорбентов применяют различные искусственные и природные пористые материалы. Основными показателями сорбентов являются: пористость, структура пор, химический состав.

Площадь фильтра определяется по формуле

$$F = \frac{Q_{\text{сут}}}{T \cdot V_{p.n} - 3,6 \cdot n(\omega_1 \cdot t_1 + \omega_2 \cdot t_2 + \omega_3 \cdot n_3) - n \cdot t_4 \cdot V_{p.n}}, \quad (3.20)$$

где $Q_{\text{сут}}$ – суточный расход сточных вод, $\text{м}^3/\text{сут}$;

T – продолжительность работы станции (фильтра) в течение суток, ч;

$V_{p.n}$ – расчетная скорость фильтрования, м/ч;

n – число промывок фильтров за сутки;

ω_1 и t_1 – интенсивность промывки в л/сек·м² и продолжительность в ч первоначального взрыхления фильтрующей загрузки;

ω_2 и t_2 – интенсивность промывки в л/сек·м² продолжительность в ч довоздушной промывки;

ω_3 и t_3 – интенсивность промывки в л/сек·м² продолжительность в ч отмывки;

t_4 – продолжительность простоя фильтра из-за промывки, ч.

$$F = \frac{47,04}{24 \cdot 10 - 3,6 \cdot 2(8 \cdot 0,017 + 4 \cdot 0,083 + 8 \cdot 0,034) - 2 \cdot 0,33 \cdot 10} = 0,21 \text{ м}^2$$

Таблица 3.5 – Данные о сорбционных фильтрах

Материал загрузки	Крупность зерен загрузки, мм	Коэффициент неоднородности	Скорость фильтрования, м/ч	Интенсивность промывки, л/с·м ²	
				водяной	воздушной
Песок кварцевый	0,8-1,8	1,8	10-12	6-8	15-20
То же	1,5-2,5	2	13-15	6-8	18-25
Антрацит	0,8-1,8	1,8	10-12	6-8	13-15
То же	1,5-2,5	2	13-15	6-8	16-20

Таблица 3.6 – Размеры и параметры вертикальных сорбционных фильтров

Показатели	Типоразмеры				
	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6
Диаметр наружный, D , мм	1010	1525	2000	2500	3040
Высота строительная, H , мм	2340	2980	3300	3600	3800
Площадь фильтра, f , м ²	0,8	1,83	3,14	4,9	7,1
Производительность фильтра, q , м ³ /ч	4	9,2	15,7	24,5	35,5
Вес металлических частей фильтра, т	1,12	1,77	3,25	4,83	7,05
Вес фильтра в рабочем состоянии, т	3,7	8,7	20	26	39

Количество фильтров при площади одного фильтра $f=0,8 \text{ м}^2$ должно быть:

$$N = F / f, \quad (3.21)$$

$$N = 0,21 / 3,14 \approx 1$$

Принимаем 1 рабочий фильтр и 1 резервный фильтр $\varnothing 1010 \text{ мм}$.

В качестве загрузки сорбционного фильтра используем природный кварцевый песок.

Расчет распределительной системы фильтра

Сорбционный фильтр имеет диаметр $D=1 \text{ м}$. Площадь песчаной загрузки $f=3,14 \text{ м}^2$ (в плане). Интенсивность промывки $\omega=8 \text{ л/с} \cdot \text{м}^2$.

Общий расход воды на промывку на один фильтр $q_{np}=3,14 \cdot 8=25,12 \text{ л/с}=0,025 \text{ м}^3$.

С каждой стороны коллектора размещается по 6-7 ответвлений в виде горизонтальных стальных труб наружным диаметром 60 мм, привариваемых к коллектору под прямым углом на взаимных расстояниях 0,25 м (между осями труб).

На штуцерах ответвлений укрепляются фарфоровые щелевые дренажные колпачки ВТИ-5. Необходимая суммарная площадь щелей в дренажных колпачках должна быть 0,8-1% рабочей площади фильтра, т.е.

$$\sum f_{щ} = 0,008 \frac{\pi \cdot D^2}{4} = 0,008 \cdot 0,785 \cdot 2^2 = 0,025 \text{ м}^2$$

Площадь щелей на каждом колпачке ВТИ-5 составляет $f_{щ}=192 \text{ мм}^2=0,000192 \text{ м}^2$.

Общее число колпачков на ответвлениях распределительной системы

$$n = \frac{\sum f_{щ}}{f_{щ}} = \frac{0,025}{0,000192} = 130 \text{ шт}$$

Т.к. фильтр имеет в плане круглое сечение, то ответвления будут разной длины, а именно: 0,71; 0,98; 1,14; 1,27; 1,33; 1,38 м.

3.1.6 Система обеззараживания

После фильтров сточная вода насосами подается на обеззараживание.

В качестве блока обеззараживания применяем кавитационную установку, представляющую собой новое поколение устройств для обеззараживания воды, созданная на базе конверсионных технологий. Их отличает практически полное уничтожение патогенных микроорганизмов и превращение токсичных органических соединений в нетоксичные нейтральные химические соединения. Использование кавитационных установок позволяет производить обеззараживание высокоминерализованных вод, без биообрастания и соляризации поверхностей излучателей. Подбор данной установки был осуществлён на основе гидродинамического способа возбуждения кавитации, заключающемся в создании каверн за обтекаемыми телами в потоке жидкости. Явление гидродинамической кавитации лежит на основе принципа действия проточно-кавитационных реакторов различных конструкций, в которых происходит кавитационная обработка технологического сырья. Применение кавитационных реакторов с кавитаторами простой геометрии обладает рядом отличительных особенностей: более разработанной теорией расчёта параметров кавитационного течения в проточной камере, возможностью регулирования интенсивности кавитационного поля, надёжностью в эксплуатации, низкой трудоёмкостью изготовления.

Работа кавитационных аппаратов основана на использовании энергии кавитационных пузырьков, выделяющихся при их пульсации по симметричной схеме с образованием полей пульсирующих давлений (4-10 тыс. атм); асимметричном схлопывании каверн с образованием ударных кумулятивных микроструек (скорость 100-500 м/с, давление 1-2 тыс. атм).

Кроме того, в кавитационном воздействии на жидкость определённую роль играют эффекты, сопровождающие явления кавитации:

- образование за обтекаемыми телами турбулентных зон, заполненных смыкающимися пузырьками, в которых происходит интенсивное микроперемешивание технологических реагентов;
- температурные пульсации парагаза в пузырьках (до 1-2 тыс. °С), вызываемые их расширением – сжатием;
- фазовые переходы, протекающие на поверхности кавитационных пузырьков;
- электризация пузырьков на границе между жидкой и газовой средами.

Расход сточных вод составляет 1,96 м³/ч, подбираем установку Лазурь М-5К.

Бактерицидная установка Лазурь М-5К представлена на рисунке 3.3.



Рисунок 3.3 – Бактерицидная установка Лазурь М-5К

Для подачи сточной воды из одного сооружения в другое используются насосы фирмы Active, марка DAB FEKA 600.

3.2 Локальные очистные сооружения для ливневых сточных вод

Ливневые сточные воды проходят следующую схему очистки: аккумулирующая емкость → фильтр грубой механической загрузки → сорбционный фильтр для нефтепродуктов → бактерицидная установка «Лазурь М-80КА» → дополнительное оборудование для сбора и утилизации шлама.

Эффективность очистки стока технологической схемы после реконструкции представлена в таблице 3.7.

Снижение концентрации веществ в сточной воде по предлагаемой схеме очистки представлено на рисунке 3.4.

Таблица 3.7 – Эффективность очистки стока технологической схемы после реконструкции

Показатель	Исходная концентрация, мг/л	Концентрация после аккумуляющей емкости, мг/л	%	Концентрация после фильтра грубой механической загрузки, мг/л	%	Концентрация после сорбционного фильтра, мг/л	%	Концентрация после бактерицидной установки, мг/л	%
Взвешенные вещества	16,44	11,51	30	4,6	60	1,84	60	0,18	90
БПК ₅	0,48	0,48	0	0,19	60	0,07	60	0,0003	94
Нефтепродукты	0,118	0,118	0	0,047	60	0,019	60	0,001	95

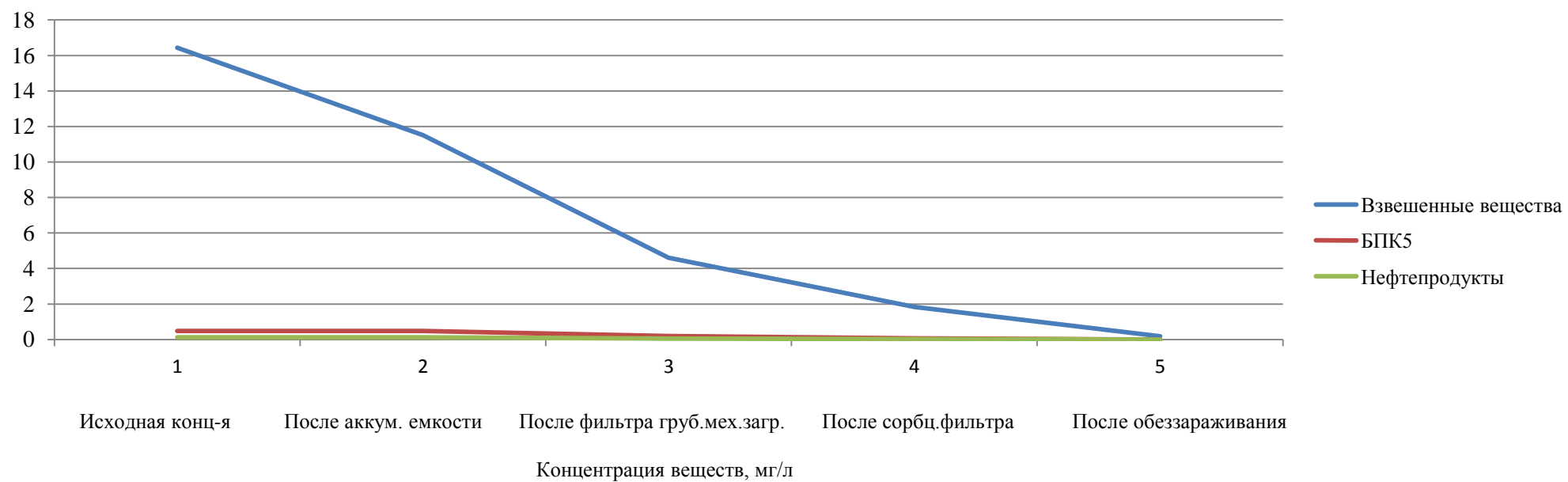


Рисунок 3.4 – Снижение концентрации веществ в сточной воде по предлагаемой схеме очистки

3.2.1 Аккумулирующая емкость

Объем аккумулирующей емкости для ливневого стока принимается по часу максимального дождя:

$$W_{акк} = \frac{W_D}{24} \cdot 1,45, \quad (3.22)$$

где W_D – см. формулу (1.6)

$$W_{акк} = \frac{11579,22}{24} \cdot 1,45 = 699,58 \text{ м}^3$$

Принимаем аккумулирующую емкость с размерами в плане 10х14х5 м.

3.2.2 Фильтр грубой механической загрузки

Загрузка фильтра состоит из верхнего слоя антрацита и нижнего слоя кварцевого песка. В качестве поддерживающего слоя служит гравий.

Суммарная площадь фильтров определяется по формуле

$$F = \frac{Q_{сут}}{T \cdot V_{р.н} - 3,6 \cdot n \cdot W \cdot t_1 - n \cdot t_2 \cdot V_{р.н} - n \cdot t_3 \cdot V_{р.н}}, \quad (3.23)$$

где $Q_{сут}$ – суточный расход сточных вод, м³/сут;

T – продолжительность работы станции (фильтра) в течение суток, ч;

$V_{р.н}$ – расчетная скорость фильтрования при нормальном режиме, м/ч;

n – число промывок каждого фильтра в сутки при нормальном режиме эксплуатации;

W – интенсивность промывки, л/сек·м²;

t_1 – продолжительность промывки, ч;

t_2 – продолжительность простоя фильтра из-за промывки, ч;

t_3 – продолжительность сброса первого фильтрата, ч.

$$F = \frac{1646,12}{24 \cdot 10 - 3,6 \cdot 2 \cdot 13 \cdot 0,12 - 2 \cdot 0,33 \cdot 10 - 2 \cdot 0,17 \cdot 10} = 7,52 \text{ м}^2$$

Число фильтров определяется по формуле

$$N = 0,5 \cdot \sqrt{F}, \quad (3.24)$$

$$N = 0,5 \cdot \sqrt{7,52} = 1,37$$

Принимаем 2 фильтра.

Площадь одного фильтра:

$$f = \frac{F}{N}, \quad (3.25)$$

$$f = \frac{7,52}{2} = 3,8 \text{ м}^2$$

Размер фильтра в плане принят $1,5 \times 2,5 = 3,8 \text{ м}^2$.

Состав загрузки фильтра

В состав фильтрующей загрузки скорых двухслойных фильтров входит антрацит с зернами крупностью 0,8-1,6 мм и толщиной слоя 0,4 м и кварцевый песок с зернами крупностью 0,4-0,8 мм и толщиной слоя 0,4 м; нижняя часть фильтра загружается поддерживающим слоем гравия с зернами крупностью 2-32 мм и толщиной 0,6 м.

Таким образом, общая толщина всей загрузки составит $H=1,4$ м.

Высота слоя воды над поверхностью загрузки фильтра принимается $h=2,5$ м; согласно [1], высота h не менее 2 м.

Применяем антрацит марки «Гидроантрацит Р» и природный кварцевый песок.

Расчет распределительной системы фильтра

Распределительная система фильтра состоит из общего коллектора и примыкающих к нему ответвлений.

Расход промывной воды, поступающей распределительную систему:

$$q_{np} = W \cdot f = 13 \cdot 3,8 = 49,4 \text{ л/с}$$

Диаметр общего коллектора распределительной системы принят $D=450$ мм, исходя из скорости движения промывной воды $v=2$ м/с, что соответствует требованию [1].

При размере фильтра в плане $1,5 \times 2,5$ м длина одного ответвления

$$l_{омв} = \frac{2,5 - D_{кол}}{2} = \frac{2,5 - 0,478}{2} = 1,01 \text{ м},$$

где $D_{кол}=478$ мм – наружный диаметр общего коллектора.

Число ответвлений на каждом фильтре при шаге оси ответвлений $z=0,3$ м составит

$$n_{омв} = \frac{5}{0,3} \cdot 2 \approx 34$$

Ответвления размещены по 17 шт. с каждой стороны коллектора.

Диаметр стальных труб ответвлений принимаем $d_{омв}=80$ мм; тогда скорость входа промывной воды в ответвление $v=1,93$ м/с.

В нижней части ответвлений под углом 60° к вертикали делаются отверстия диаметром 10-12 мм.

Принимаем отверстия $\delta_0=10$ мм, площадью $f_0=0,7854$ см². Отношение площади всех отверстий на ответвлениях распределительной системы к площади поперечного сечения коллектора принимаем по [1], равным $\alpha=0,35$. Тогда

$$\sum f_0 = 0,35 \cdot 0,157 = 0,0549 \text{ м}^2 = 549 \text{ см}^2$$

Общее количество отверстий в распределительной системе одного фильтра

$$n_0 = \frac{549}{0,7854} \approx 700$$

При наличии на каждом фильтре 34 ответвлений число отверстий в каждом ответвлении будет равно 20.

3.2.3 Сорбционный фильтр для нефтепродуктов

Суммарная площадь фильтров определяется по формуле

$$F = \frac{Q_{\text{сут}}}{T \cdot V_{p.n} - 3,6 \cdot n \cdot W \cdot t_1 - n \cdot t_2 \cdot V_{p.n.} - n \cdot t_3 \cdot V_{p.n.}}, \quad (3.26)$$

где $Q_{\text{сут}}$ – суточный расход сточных вод, м³/сут;

T – продолжительность работы станции (фильтра) в течение суток, ч;

$V_{p.n}$ – расчетная скорость фильтрования при нормальном режиме, м/ч;

n – число промывок каждого фильтра в сутки при нормальном режиме эксплуатации;

W – интенсивность промывки, л/сек·м²;

t_1 – продолжительность промывки, ч;

t_2 – продолжительность простоя фильтра из-за промывки, ч;

t_3 – продолжительность сброса первого фильтрата в сток, ч.

$$F = \frac{1646,12}{24 \cdot 6 - 3,6 \cdot 2 \cdot 12,5 \cdot 0,1 - 2 \cdot 0,33 \cdot 6 - 2 \cdot 0,17 \cdot 6} = 12,76 \text{ м}^2$$

Число фильтров определяется по формуле

$$N = 0,5 \cdot \sqrt{F}, \quad (3.27)$$

$$N = 0,5 \cdot \sqrt{12,76} = 1,79$$

Принимаем 2 фильтра.

Площадь одного фильтра:

$$f = \frac{F}{N}, \quad (3.28)$$

$$f = \frac{12,76}{2} = 6,38 \text{ м}^2$$

Размер фильтра в плане принят 2,2х2,9=6,38 м².

Состав загрузки фильтров

В качестве загрузки фильтра принимаем минеральный сорбент С-ВЕРАД. Это природный минерал, представляющий из себя серебристо-желтые гранулы с 99%-ой пористостью, минимальный диаметр зерен 0,5 мм и максимальный - 2 мм.

Расчет распределительной системы фильтра

Интенсивность промывки $\omega=12,5$ л/с·м². Тогда количество промывной воды, необходимой для одного фильтра, $q_{np} = f \cdot \omega = 6,38 \cdot 12,5 = 79,75$ л/с.

Внутренний диаметр коллектора распределительной системы определяется по скорости входа промывной воды $v_{кол}=1,95$ м/с и принят $d_{кол}=500$ мм.

Площадь фильтра, приходящаяся на каждое ответвление распределительной системы при расстоянии между ними $m=0,27$ и наружном диаметре коллектора $D_{кол}=525$ мм, составит $f_{омв} = \frac{(6-0,525)}{2} \cdot 0,27 = 0,74$ м².

А расход промывной воды, поступающий через одно ответвление, $q_{омв} = f_{омв} \cdot \omega = 0,74 \cdot 12,5 = 9,25$ л/с

В нижней части ответвлений под углом 60° к вертикали делаются отверстия диаметром 10-12 мм.

Принимаем диаметр отверстия $\delta_0=12$ мм; толщина стенки стальной трубы ответвления $\delta_m=4$ мм. При отношении $\delta_0/\delta_m=3$ гидравлический коэффициент расхода $\mu=0,62$, согласно таблице 39 [10].

При диаметре отверстия $\delta_0=12$ мм, площадь отверстия $f_0=1,13$ см². Следовательно, общее число отверстий в распределительной системе каждого фильтра будет $n_0 = \frac{\sum f_0}{f_0} = \frac{686}{1,13} = 607$.

Общее количество ответвлений на каждом фильтре при расстоянии между осями ответвлений 0,29 м составит $(5,25/0,29) \cdot 2 \approx 36$.

Число отверстий, приходящихся на каждое ответвление, $607/36 \approx 17$.

При длине каждого ответвления $l_{омв}=(6-0,525)/2 \approx 2,74$ м шаг оси отверстий на ответвлении будет $e_0 = l_{омв}/17 \approx 2,74/17 \approx 0,16$ м=160 мм.

Отверстия располагаются в два ряда в шахматном порядке под углом 60° к вертикальной оси трубы.

В повышенных местах распределительной системы предусматривается установка стояков-воздушников для выпуска воздуха, число которых зависит от площади фильтра.

3.2.4 Система обеззараживания

Для обеззараживания сточных вод применяем ультрафиолетовую бактерицидную установку Лазурь М-80КА. Расход сточных вод 68,59 м³/ч.

Принцип действия данной установки такой же, как и у Лазурь М-5К.

3.3 Дополнительное оборудование для сбора и утилизации шлама

3.3.1 Расчет шламонакопителя

При объемном весе осадка сточных вод в шламонакопителе 0,389 т/м³. Объем шламонакопителя при расчете 6-ти часового запаса осадка равен:

$$W_{ш.н} = \gamma \cdot Q_{ч} \cdot 6 \cdot \rho, \quad (3.29)$$

где γ – объемный вес осадка, т/м³;

$Q_{ч}$ – часовой расход сточных вод, м³/ч;

ρ – плотность осадка, 1,2 кг/м³.

$$W_{ш.н} = 0,389 \cdot 5,14 \cdot 6 \cdot 1,2 = 14,39 \text{ м}^3$$

Принимаем шламонакопитель диаметром 2,2 м, следовательно, высота будет равна:

$$H = \frac{W_{ш.н}}{\frac{\pi \cdot d^2}{4}}, \quad (3.30)$$

где $W_{ш.н}$ – см. формулу (3.29);

d – диаметр шламонакопителя, м.

$$H = \frac{14,39}{\frac{3,14 \cdot (2,2)^2}{4}} = 3,8 м$$

Из шламонакопителя насосом DAB NOVA 200 M-NA мощностью 0,35 КВт осадок перекачивается на обезвоживание в вакуум-фильтр.

3.3.2 Вакуум - фильтр

Объем уплотненного осадка, м³:

$$W_{упл} = \frac{W_{з.н} \cdot 70}{80}, \quad (3.31)$$

где $W_{з.н}$ – объем зоны накопления, м³.

Объем зоны накопления, м³:

$$W_{з.н} = \frac{T \cdot Q_{сут} \cdot (C_p - m)}{\delta}, \quad (3.32)$$

где T – работа между очистками, 1 ч;

$Q_{сут}$ – суточный расход сточных вод, м³/сут;

C_p – максимально допустимая масса, вмещаемая одним фильтром, кг;

m – масса сухого осадка, кг;

δ – переводной коэффициент, равен 1,53.

$$W_{з.н} = \frac{1 \cdot 123,27 \cdot (0,389 - 0,311)}{1,53} = 6,28 м^3,$$

$$W_{упл} = \frac{6,28 \cdot 70}{80} = 5,495 м^3$$

Расчет вакуум – фильтрации по сухому веществу:

$$M_{\text{сyx}} = \frac{W_{\text{уnl}} \cdot (100 - B_{\text{л}}) \cdot \gamma_{\text{oc}}}{100}, \quad (3.33)$$

где $B_{\text{л}}$ – влажность осадка после шламонакопителя, 70 %;

γ_{oc} – объемный вес осадка, 1,53 т/м³.

$$M_{\text{сyx}} = \frac{5,495 \cdot (100 - 70) \cdot 1,53}{100} = 2,52 \text{ т / сут}$$

Требуемая площадь вакуум – фильтров:

$$F_{\text{в.ф}} = \frac{M_{\text{сyx}} \cdot 1000}{T_{\text{в.ф}} \cdot K}, \quad (3.34)$$

где $T_{\text{в.ф}}$ – время работы вакуум-фильтров в сутки, 16 ч;

K – коэффициент характеризующий нагрузку на 1 м² поверхности вакуум фильтров, 24.

$$F_{\text{в.ф}} = \frac{2,52 \cdot 1000}{16 \cdot 24} = 6,56 \text{ м}^2$$

Подбираем вакуум-фильтр БОН10-1,8-1У.

Таблица 3.10 – Технические характеристики вакуум-фильтра БОН10-1,8-1У

Модель	Площадь, м ²	Размер ба- рабана, мм	Мощность, кВт	Габаритные раз- меры, мм	Масса, кг
БОН10-1,8- 1У	10	Ø 1800x1870	3,3	3500x2450x2300	3100

Обезвоженный осадок (кек) направляется для обезвреживания на иловые площадки, а фугат направляется в голову сооружений с помощью насоса DAB FEKA 600.

3.3.3 Иловые площадки

Количество осадка:

$$W_{oc} = \frac{Q_{cym} \cdot (C - m) \cdot 365}{10^6}, \quad (3.35)$$

где C – концентрация веществ, мг/л;

m – масса осадка за весь период функционирования (1 год), кг.

$$W_{oc}^1 = \frac{47,04 \cdot (80 - 3,76) \cdot 365}{10^6} = 1,31 \text{ м / год},$$

$$W_{oc}^2 = \frac{1646,12 \cdot (27,06 - 16,44) \cdot 365}{10^6} = 6,38 \text{ м / год},$$

$$W_{oc}^3 = \frac{1646,12 \cdot (0,34 - 0,12) \cdot 365}{10^6} = 0,13 \text{ м / год}$$

Суммарное количество осадка:

$$W = W_{oc}^1 + W_{oc}^2 + W_{oc}^3, \quad (3.36)$$

$$W = 1,31 + 6,38 + 0,13 = 7,82 \text{ м / год}$$

Объем осадка с учетом обезвоживания:

$$V_{oc} = \frac{W \cdot 100}{(100 - P) \cdot \gamma}, \quad (3.37)$$

где P – влажность осадка после вакуум-филтра, %;

γ – объемный вес осадка после вакуум-филтра, т/м³.

$$V_{oc} = \frac{7,82 \cdot 100}{(100 - 64,4) \cdot 0,424} = 51,81 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Площадь иловых площадок:

$$F = \frac{V_{oc}}{h \cdot 10^4} \cdot 1,5 \cdot 3, \quad (3.38)$$

где h – глубина иловых площадок, м;

1,5 – коэффициент увеличения иловых площадок с учетом подземных путей;

3 – коэффициент, учитывающий уплотнение осадка в течение трех лет.

$$F = \frac{51,81}{1 \cdot 10^4} \cdot 1,5 \cdot 3 = 0,02331 \text{ га} = 233,1 \text{ м}^2$$

4 Технологическая схема водоочистки

4.1 Технология водоочистки с точки зрения возможного антропогенного воздействия на природную окружающую среду

В условиях антропогенного воздействия наиболее уязвимыми становятся воды малых рек. Имея небольшую площадь водосбора, небольшую протяжённость, незначительный объём стока, они, тем не менее, оказывают большое влияние на качество воды крупных рек на отдельных участках их течения и широко используются населением в промышленных и бытовых нуждах. Сброс неочищенных или недостаточно очищенных сточных вод является основной причиной возникновения чрезвычайных экологических ситуаций, вызванных периодическим накоплением в водной среде большого

набора загрязняющих веществ, концентрация которых иногда в десятки и сотни раз превышает предельно допустимые концентрации (ПДК) по санитарно-гигиеническим показателям.

Сброс неочищенных сточных вод в естественные водоемы приводит к их масштабному загрязнению, в результате чего под влиянием различных химических и биологических веществ быстро погибает естественная микрофлора и крайне медленно происходит самоочищение водоемов, является причиной снижения содержания растворенного в воде кислорода и деградации водных экосистем. Кроме того, истощение запасов растворенного кислорода может увеличить опасность микробного заражения. Многие патогенные организмы гораздо дольше живут в анаэробных условиях. В среде, богатой кислородом, они быстро погибают или съедаются другими организмами.

4.2 Определение класса опасности стока

Класс опасности стока определяется по лимитирующим показателям – азот аммонийный (NH_4) и нефтепродукты. Согласно [30], азот аммонийный имеет III класс опасности, нефтепродукты – IV.

4.3 Определение класса опасности осадка

Класс опасности (токсичности) осадков определяется согласно [33], может быть определен экспериментально или расчетным путем.

Показатель степени опасности отхода для окружающей природной среды K :

$$K = \sum K_i, \quad (4.1)$$

где C_i – концентрация i -го компонента в отходе (по исходным данным);

W_i – коэффициент степени опасности i -го компонента в отходе;

K_i – показатель степени опасности компонента в составе отхода.

$$K_i = C_i / W_i, \quad (4.2)$$

Таблица 4.1 – Определение класса опасности отхода

Компоненты в отходе	Концентрация в сточной воде, г/м ³		Количество выделенных загрязнений p_i^* , г/год	Количество выделенного ингредиента в отходе C_i^{o**} , мг/кг	Коэффициент степени опас- ности W_i	Показатель степени опасности K_i
	C_ϕ	C_κ				
Взвешенные ве- щества (пр)	80	0,45	1365841,68	144076,13	7762,47	18,56
Взвешенные ве- щества (лив)	16,44	0,18	452417,38	47723,35	7762,47	6,15
Нефтепродукты	0,117	0,001	3227,58	340,46	6812,46	0,05
						$\sum K=24,76$
$*p_i = (C_\phi - C_\kappa) \cdot q \text{ (м}^3\text{/год)} = \text{г/год}$ $**C_i^o = p_i / p_{\text{факт}} \text{ (т/год)}$						

Вывод: осадок, образующийся на очистных сооружениях, относится к IV классу опасности.

IV класс опасности:

- степень вредного воздействия опасных отходов на ОПС – низкая;
- критерии отнесения – экологическая система нарушена;
- период восстановления – не менее трех лет;
- степень опасности – $10 < K < 10^2$.

Обезвреживание и обеззараживание осадка сточных вод может быть осуществлено одним из следующих способов:

- термофильным сбраживанием в метантенках или термосушкой;
- облучением инфракрасными лучами (камера дегельминтизации);
- пастеризацией при температуре 70 °С и времени теплового воздействия не менее 20 минут;
- аэробной стабилизацией с предварительным нагревом смеси сырого осадка с активным илом при температуре 60-65 °С в течение 2 часов;
- компостированием (с опилками, сухими листьями, соломой, торфом, другими водопоглощающими средствами) в течение 4-5 месяцев;
- обработкой негашеной известью (30 % к объему обрабатываемого осадка), аммиачной водой (в количестве 5-8 % к массе осадка и выдержке не менее 5-10 суток), тиозоном (в дозе 0,2-2 % к общей массе осадка и выдержке 30 суток в буртах или на площадках с твердым покрытием. Бурты и площадки рекомендуется накрывать пленкой);
- выдерживанием на иловых площадках (в условиях I и II климатических районов не менее 3 лет, III – не менее 2 лет, IV – не менее 1 года).

В данной бакалаврской работе для обезвреживания осадка сточных вод используем иловые площадки на естественном основании, с выдержкой в течение 3-х лет. Размещаем иловые площадки на расстоянии 50 м от границы локальных очистных сооружений п. Емельяново.

В данной бакалаврской работе учтены все мероприятия по защите окружающей среды.

4.4 Оценка воздействия на водный объект

Загрязняющие вещества, поступая в природные воды, вызывают изменение физических свойств среды (нарушение первоначальной прозрачности и окраски, появление неприятных запахов и привкусов и т.п.); изменение химического состава, в частности появления в ней вредных веществ; появление плавающих веществ на поверхности воды и отложений на дне; сокращение в воде количества растворенного кислорода вследствие расхода его на окисле-

ние поступающих в водоем органических веществ загрязнения; появление новых бактерий, в том числе и болезнетворных.

Из-за загрязнения природных вод они оказываются непригодными для питья, купания, водного спорта и технических нужд. Особо пагубно оно влияет на рыб, водоплавающих птиц, животных и другие организмы, которые заболевают и гибнут в больших количествах.

4.4.1 Эколого-экономическое обоснование

4.4.1.1 Расчет ущерба при сбросе неочищенных сточных вод

Размер вреда, причиненного водному объекту сбросом загрязняющих веществ в составе сточных вод, производится по формуле

$$U = K_B \cdot K_{BG} \cdot K_{ин} \cdot (H_i \cdot M_i) \cdot K_{из}, \quad (4.3)$$

где K_B – коэффициент, учитывающий экологические факторы (состояние водных объектов), равен 1,36;

K_{BG} – коэффициент, учитывающий природно-климатические условия в зависимости от времени года, равен; 1,25

$K_{ин}$ – коэффициент индексации, учитывающий инфляционную составляющую экономического развития, принимаем 2,67 согласно [29];

H_i – таксы для исчисления размера вреда от сброса i -го загрязняющего вещества в водные объекты, тыс. руб./т;

M_i – масса сброшенного i -го загрязняющего вещества определяется по каждому загрязняющему веществу, т;

$K_{из}$ – коэффициент, учитывающий интенсивность негативного воздействия загрязняющих веществ на водный объект.

Масса сброшенного загрязняющего вещества определяется по формуле

$$M_i = Q \cdot (C_{\phi i} - C_{\partial i}) \cdot T \cdot 10^{-6}, \quad (4.4)$$

где Q – расход сточных вод с превышением содержания i -го загрязняющего вещества, м³/сут;

$C_{\phi i}$ – средняя фактическая за период сброса концентрация i -го загрязняющего вещества в сточных водах, определяемая по результатам анализов аккредитованной лаборатории как средняя арифметическая из общего количества результатов анализов (не менее 3-х) за период времени T , мг/л;

$C_{\partial i}$ – допустимая концентрация i -го загрязняющего вещества в пределах норматива допустимого сброса (НДС) или лимита сброса при его наличии на период проведения мероприятий по снижению сбросов загрязняющих веществ в водные объекты, мг/л;

T – продолжительность сброса сточных вод с повышенным содержанием загрязняющих веществ, с момента обнаружения сброса и до его прекращения, принимаем 6 ч;

10^{-6} – коэффициент перевода массы загрязняющего вещества в тонны.

Расчет массы сброшенных загрязняющих веществ сводим в таблицу.

Таблица 4.2 – Расчет массы загрязняющих веществ для производственных сточных вод

Наименование загрязняющего вещества	Фактическая концентрация C_{ϕ} , мг/л	Допустимая концентрация C_{∂} , мг/л	Масса M , т
Взвешенные вещества	80	10	0,02
NH ₄	4	0,5	0,001
Жиры	0,29	0,1	0,00005

Таблица 4.3 – Расчет массы загрязняющих веществ для ливневых сточных вод

Наименование загрязняющего вещества	Фактическая концентрация C_{ϕ} , мг/л		Допустимая концентрация C_{∂} , мг/л		Масса M , т	
	Дождевой сток	Талый сток	Дождевой сток	Талый сток	Дождевой сток	Талый сток
Взвешенные вещества	2000	4000	10		1,54	36,26
Нефтепродукты	18	25	0,05		0,01	0,23

Размер вреда, причиненного водному объекту сбросом производственных сточных вод, составит:

$$U_{np} = 1,36 \cdot 1,25 \cdot 2,67 \cdot (30 \cdot 0,02 + 280 \cdot 0,001 + 510 \cdot 0,00005) \cdot 1 = 1500,15 \text{ тыс. руб}$$

Размер вреда, причиненного водному объекту сбросом ливневых сточных вод, составит:

$$U_{лив} = 1,36 \cdot 1,25 \cdot 2,67 \cdot (30 \cdot 1,54 + 670 \cdot 0,01 + 30 \cdot 36,26 + 670 \cdot 0,23) \cdot 1 = 5889,26 \text{ тыс. руб}$$

Общий размер вреда за сброс неочищенных сточных вод равен:

$$U_{общ} = U_{np} + U_{лив}, \quad (5.3)$$

$$U_{общ} = 1500,15 + 5889,26 = 7389,41 \text{ тыс. руб}$$

4.5 Границы санитарно-защитной зоны для станции водоочистки

При определении места размещения локальных очистных сооружений и разработке генплана очистных сооружений размеры санитарно-защитных

зон следует определять согласно [31]. Для предприятий пищевой промышленности III класса опасности санитарно-защитная зона составляет 300 м.

В санитарно-защитной зоне нельзя размещать: жилую застройку; ландшафтно-рекреационные зоны; зоны отдыха, территории курортов; санаториев и домов отдыха; территории садоводческих товариществ и коттеджной застройки; коллективных или индивидуальных дачных и садово-огородных участков; спортивные сооружения; детские площадки; образовательные и детские учреждения; лечебно-профилактические и оздоровительные учреждения общего пользования.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 СП 32.13330.2012. «Канализация. Наружные сети и сооружения. – Актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85». – Введ. 29.12.2011. – Москва: ОАО ФЦС, 2012. – 91 с.
- 2 СП 131.13330.2012. «Строительная климатология. – Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*». – Введ. 13.06.2012. – Москва: ОАО ФЦС, 2012. – 120 с.
- 3 СП 30.13330.2012. «Внутренний водопровод и канализация зданий. – Актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85*». – Введ. 29.12.2011. – Москва: ОАО ФЦС, 2012. – 65 с.
- 4 Репин, Б.Н. «Водоснабжение и водоотведение. Наружные сети и сооружения»: справочник / Б.Н. Репин. – Москва : Высш. Шк., 1995. – 431 с.
- 5 Лукиных А. А., Лукиных Н. А. «Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формуле акад. Н. Н. Павловского». - изд. 4-е, доп. - М.: Стройиздат, 1974. - 156 с.
- 6 ВНТП Н-97 «Нормы расходов воды потребителей систем сельскохозяйственного водоснабжения ВНТП-Н-97» (утв. Минсельхозпродом РФ от 14 февраля 1995 г. Протокол НТС N 1) Введены в действие с 1 апреля 1997 г.
- 7 РД-АПК 1.10.05.04-13 «Методические рекомендации по технологическому проектированию птицеводческих предприятий агропромышленного комплекса Министерства сельского хозяйства Российской Федерации». Дата введения 2013-11-01
- 8 Degremont «Технический справочник по обработке воды»: в 2 т. Т.1 пер. сфр.- СПб.:Новый журнал, 2007. - 878 с.
- 9 Degremont «Технический справочник по обработке воды»: в 2 т. Т.2 пер. сфр.- СПб.:Новый журнал, 2007. - 920 с.
- 10 Кожинов, В.Ф. «Очистка питьевой и технической воды»/ В.Ф. Кожинов. – Москва : Стройиздат, 1971. – 304 с.

11 Когановский А. М., Клименко Н. А., Левченко Т. М., Марутовский Р. М., Рода И. Г. «Очистка и использование сточных вод в промышленном водоснабжении». – М.: Химия, 1983. – 288 с., ил.

12 Гудков А.Г. «Механическая очистка сточных вод»: Учебное пособие.- Вологда: ВоГТУ, 2003. – 152 с.

13 Гудков А.Г. «Биологическая очистка городских сточных вод»: Учебное пособие.- Вологда: ВоГТУ, 2002. – 127 с.

14 Ласков Ю. М. «Примеры расчетов канализационных сооружений»: Учеб. пособие для вузов/Ю. М. Ласков, Ю. В. Воронов, В. И. Калицун. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1987. – 255 с.: ил.

15 Приказ от 13 декабря 2016 г. N 552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения»

16 Беликов С.Е. «Водоподготовка. Справочник для профессионалов»
Под ред. д. т. н., действительного члена Академии промышленной экологии С. Е. Беликова. М.: Аква-Терм, 2007 г. – 240 с.

17 "Водный кодекс Российской Федерации" от 03.06.2006 N 74-ФЗ
(ред. от 31.10.2016)

18 Приказ Минприроды России от 13 апреля 2009 г. N 87
"Об утверждении Методики исчисления размера вреда, причиненного водным объектам вследствие нарушения водного законодательства"

С изменениями и дополнениями от: 31 января 2014 г., 26 августа 2015 г.

19 <http://www.emelyanovo24.ru>

20 <http://птицефабриказаря.рф>

21 Яковлев С.В., Воронов Ю.В. «Водоотведение и очистка сточных вод»/Учебник для вузов: - М.: АСВ, 2004. – 704 с.

22 Яковлев С.В., Волков Л.С., Воронов Ю.В., Волков В.Л. «Обработка и утилизация осадков производственных сточных вод». – М.: Химия, 1999. – 448 с.

23 «Водоснабжение и водоотведение: учебник для вузов» /В.С. Кедров и др./ Москва: Стройиздат 2002.

24 Асонов А.М. « Расчет сооружений очистки городских сточных вод (механическая и биохимическая очистки)» Учебное пособие. – Екатеринбург: Изд-во УрГУПС, 2009. – 68 с.

25 Жуков А.И. «Канализация промышленных предприятий»/ А.И. Жуков, Л.И. Демидов, И.Д. Родзиллер. // М.: Стройиздат, 1987.

26 Справочник проектировщика. Канализация населенных мест и промышленных предприятий. // М.: Стройиздат, 1981. – 639 с.

27 Алексеев М. И., Курганов А. М. «Организация отведения поверхностного (дождевого и талого) стока с урбанизированных территорий». –М.: Изд-во АСВ, 2000.

28 Федеральный закон РФ «О водоснабжении и водоотведении» от 17.12.2011 г. № 416-ФЗ.

29 Федеральный закон от 9 декабря 2016 «О федеральном бюджете на 2017 год и на плановый период 2018 и 2019 годов».

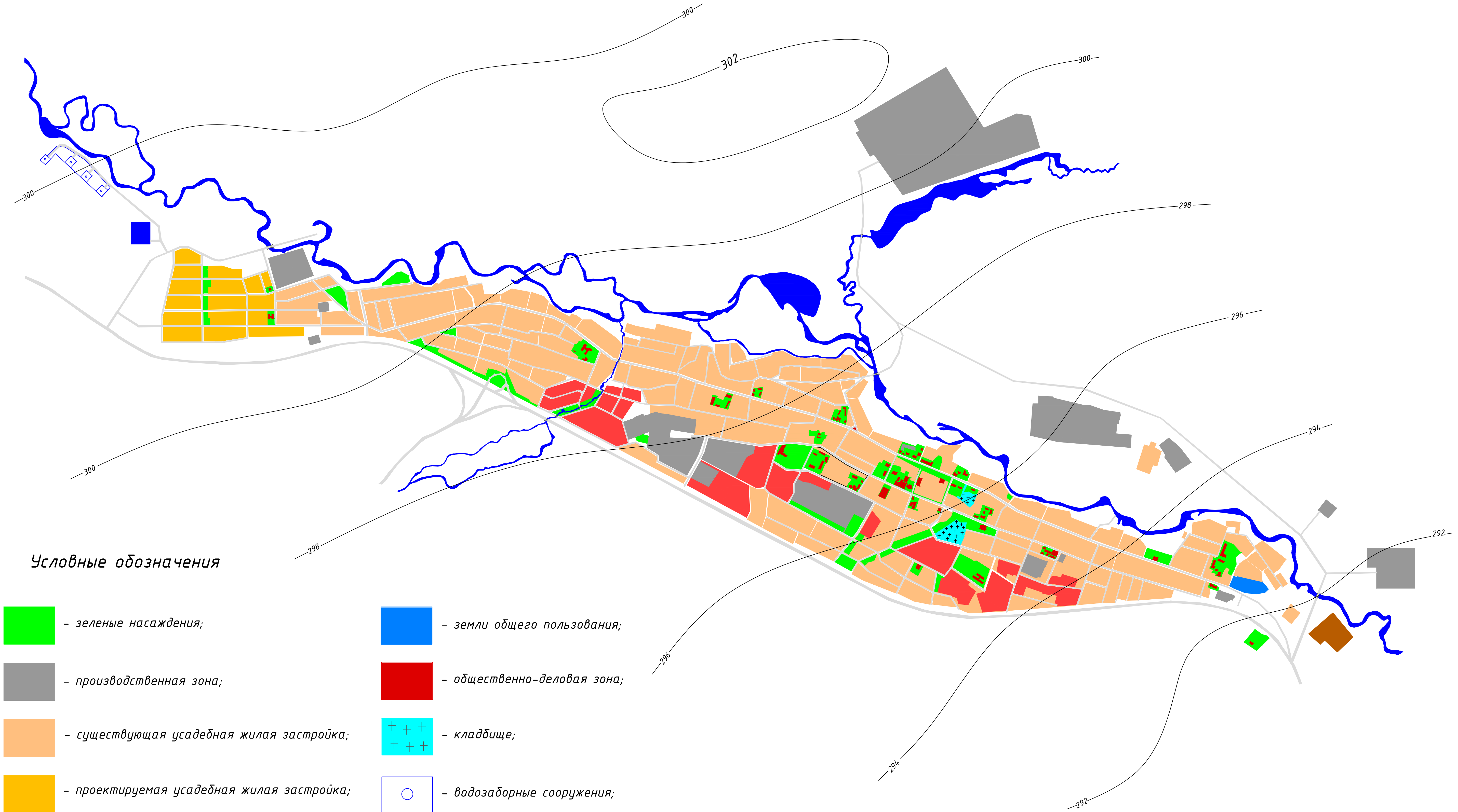
30 Постановление Правительства РФ от 13 сентября 2016 года N 913 «О ставках платы за негативное воздействие на окружающую среду и дополнительных коэффициентах»

31 СанПин 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов».

32 Кодекс об административных правонарушениях (КоАП РФ): Федеральный закон от 27.07.2010. № 239-ФЗ. Москва : ОТиСС, 2011. – 58 с.

33 Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 4 декабря 2014 года N 536 «Об утверждении Критериев отнесения отходов к I-V классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду»

Генеральный план поселка Емельяново
Масштаб 1:5000



Условные обозначения

- зеленые насаждения;
- производственная зона;
- существующая усадебная жилая застройка;
- проектируемая усадебная жилая застройка;
- асфальтовые покрытия;
- многоэтажная жилая застройка;
- земли общего пользования;
- общественно-деловая зона;
- кладбище;
- водозаборные сооружения;
- комплекс очистных сооружений.

						БР 20.03.02.06 - 2017		
						Сибирский Федеральный Университет		
						Инженерно-строительный институт		
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	Реконструкция очистных сооружений птицефабрики Емельяновского района Красноярского края	Стадия	Лист
Разраб.	Есенина							7
Руководит.	Дубровская							
Н. контр.	Дубровская					Генеральный план поселка Емельяново	Кафедра ИСЗиС	
Зав. каф.	Соснов							

Генеральный план птицефабрики
Масштаб 1:1000

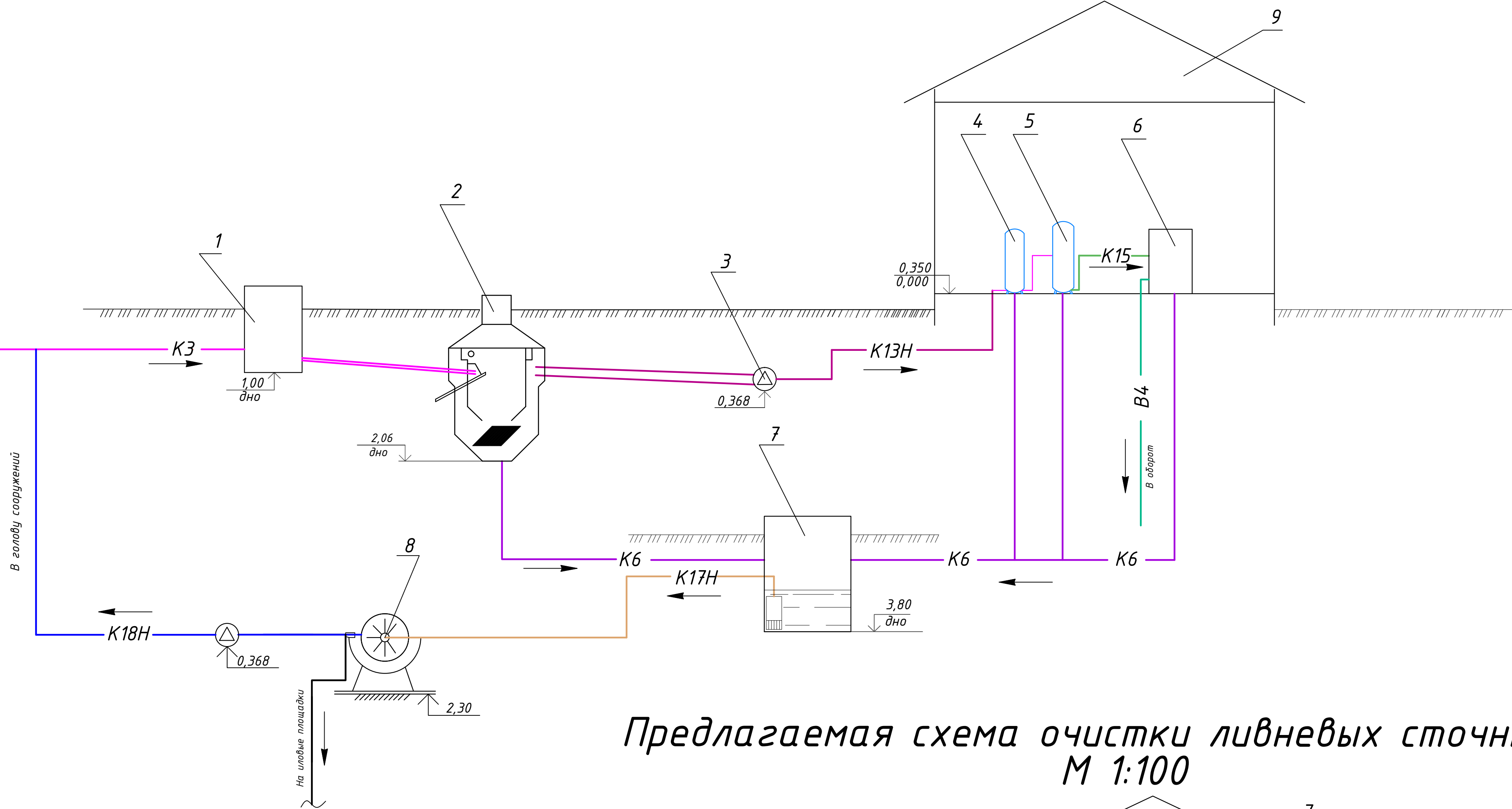


Условные обозначения

- зеленые насаждения;
- производственные цеха;
- грунтовая поверхность;
- газон;
- асфальтовые покрытия;
- локальные очистные сооружения для производственного стока;
- локальные очистные сооружения для ливневого стока;
- схема водоотведения производственного стока;
- схема водоотведения ливневого стока;
- дождеприемник;
- дождеприемный колодец;
- перепадной колодец;

							БР 20.03.02.06 - 2017		
							Сибирский Федеральный Университет		
							Инженерно-строительный институт		
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		Реконструкция очистных сооружений птицефабрики Емельяновского района Красноярского края	Стадия	Лист
Разраб.	Есенина								Листов
Руководит.	Дубровская								7
							Генеральный план птицефабрики	Кафедра ИСЗиС	
Н. контр.	Дубровская								
Зав. каф.	Какаш								

Предлагаемая схема очистки производственных сточных вод
М 1:100



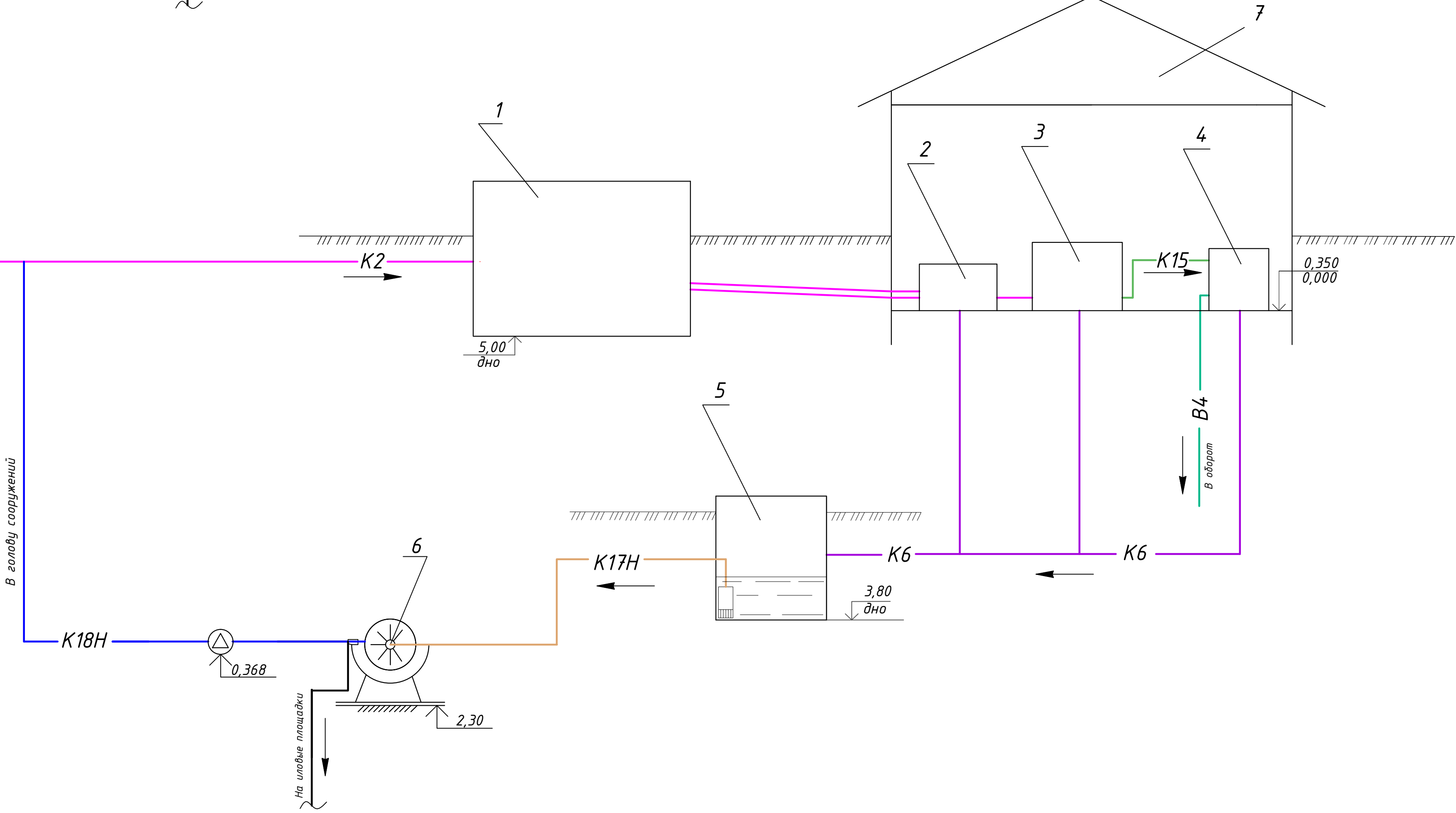
Условные обозначения

- K3 — труба производственного стока;
- K13H — напорный трубопровод сточных вод после отстаивания;
- K15 — труба осветленных сточных вод;
- B4 — подающий водопровод производственной оборотной воды;
- K6 — труба осадка;
- K17H — напорный трубопровод кондиционирования осадка;
- K18H — напорный трубопровод возвратной воды;

Экспликация зданий и сооружений

Номер на плане	Наименование	Примечание
1	Аккумуляционная емкость	
2	Вертикальный отстойник со встроенной жироприемной камерой	
3	Насос DAB FEKA 600	
4	Напорный фильтр	
5	Сорбционный фильтр	
6	Установка Лазурь М-5К	
7	Шламоаккумулятор	
8	Вакуум-фильтр	
9	Здание очистных сооружений	

Предлагаемая схема очистки ливневых сточных вод
М 1:100



Условные обозначения

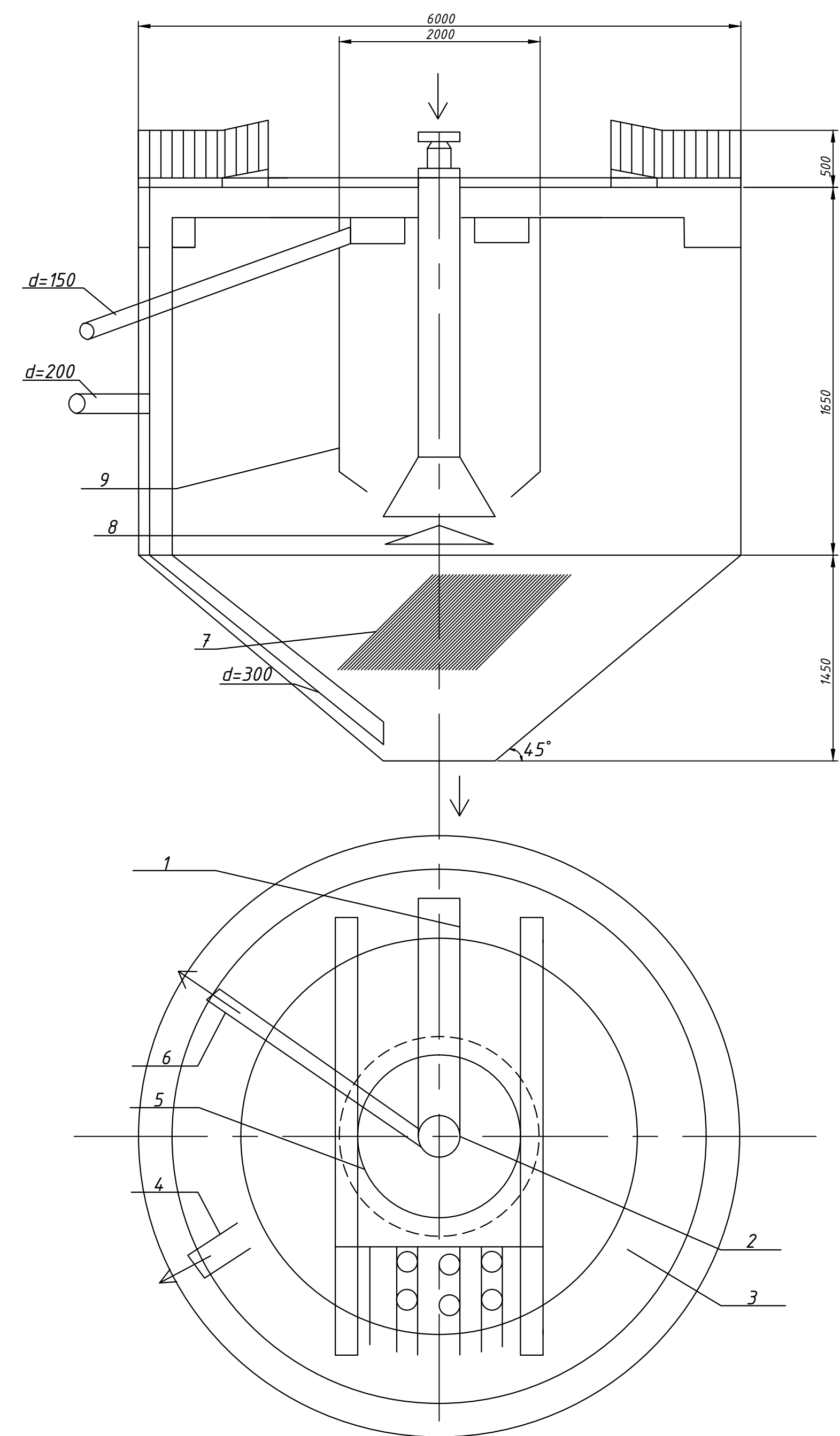
- K3 — труба ливневого стока;
- K15 — труба осветленных сточных вод;
- B4 — подающий водопровод ливневой оборотной воды;
- K6 — труба осадка;
- K17H — напорный трубопровод кондиционирования осадка;
- K18H — напорный трубопровод возвратной воды;

Экспликация зданий и сооружений

Номер на плане	Наименование	Примечание
1	Аккумуляционная емкость	
2	Фильтр грубой механической загрузки	
3	Сорбционный фильтр для нефтепродуктов	
4	Установка Лазурь М-80КА	
5	Шламоаккумулятор	
6	Вакуум-фильтр	
7	Здание очистных сооружений	

						БР 20.03.02.06 – 2017			
						Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт			
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подпись	Дата				
Разраб.		Стенни				Реконструкция очистных сооружений птицефабрики Емельяновского района Красноярского края			
Руководит.		Дубровская				Стадия	Лист	Листов	
							3	7	
Н. контр.		Дубровская				Предлагаемая схема очистки производственных сточных вод			
Зав. каф.		Сакаш				Предлагаемая схема очистки ливневых сточных вод			
						Кафедра ИСЗиС			

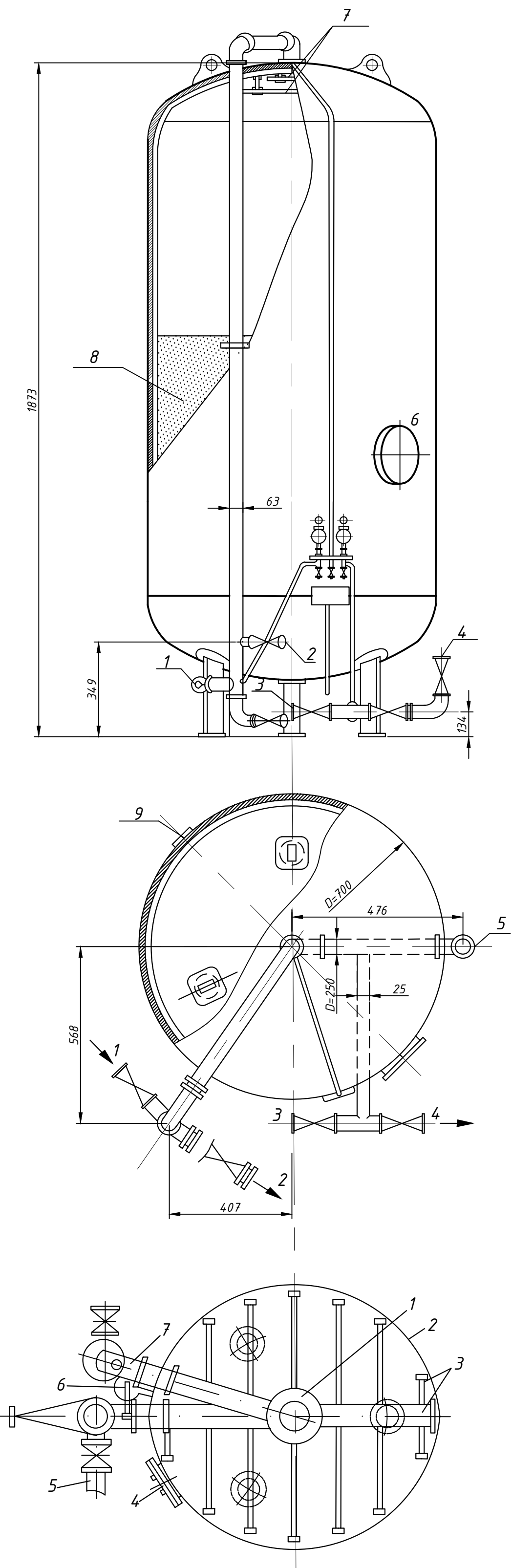
Вертикальный отстойник со встроенной жироприемной камерой
М 1:40



Условные обозначения

- 1 - Подача сточной воды;
- 2 - Центральная труба;
- 3 - Лоток для осветления воды;
- 4 - Отвод осветленной воды;
- 5 - Лоток для всплывающих примесей;
- 6 - Отвод всплывающих примесей;
- 7 - Ламинарный модуль;
- 8 - Отражательный щит;
- 9 - Жироприемная камера;

Вертикальный напорный фильтр
М 1:10



Условные обозначения

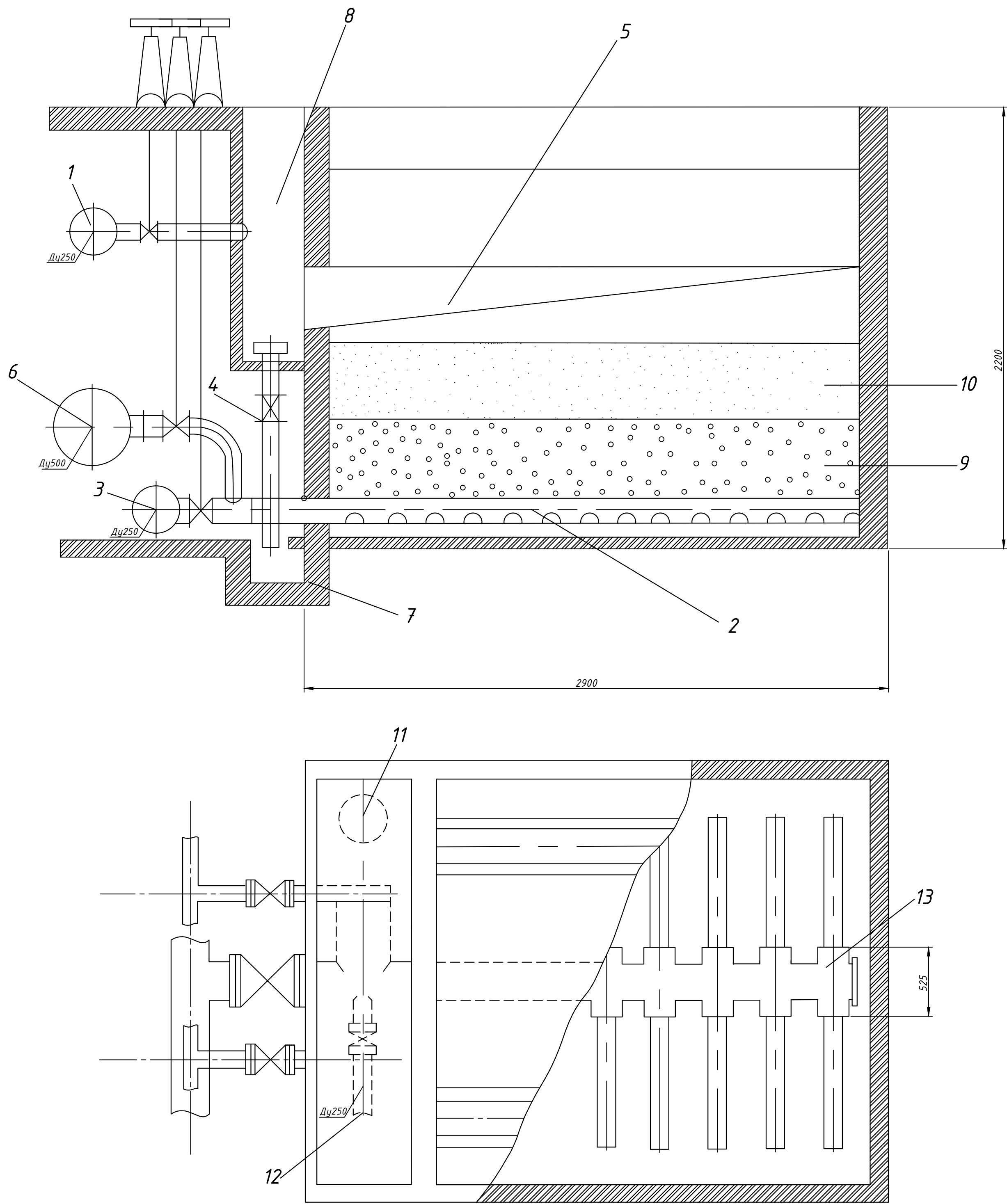
- 1 - Подача воды на осветление;
- 2 - Спуск промывной воды;
- 3 - Выход осветленной воды;
- 4 - Спуск первого фильтрата;
- 5 - Подвод промывной воды;
- 6 - Лаз круглый;
- 7 - Верхнее распределительное устройство;
- 8 - Фильтрующий слой;
- 9 - Штуцер для гидравлической выгрузки и загрузки фильтра;

Условные обозначения

- 1 - Воронка;
- 2 - Корпус;
- 3 - Дренажная система;
- 4 - Люк;
- 5 - Трубы для отвода фильтрата;
- 6 - Поплавок;
- 7 - Лоток для промывной воды;

БР 20.03.02.06 – 2017					
Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Разраб.	Стенда	Руководит.	Дубровская		
Реконструкция очистных сооружений птицефабрики Емельяновского района Красноярского края				Стадия	Лист
Вертикальный напорный фильтр				4	7
Вертикальный отстойник со встроенной жироприемной камерой				Кафедра ИСЗиС	
Н. контр.	Дубровская				
Зав. каф.	Сакан				

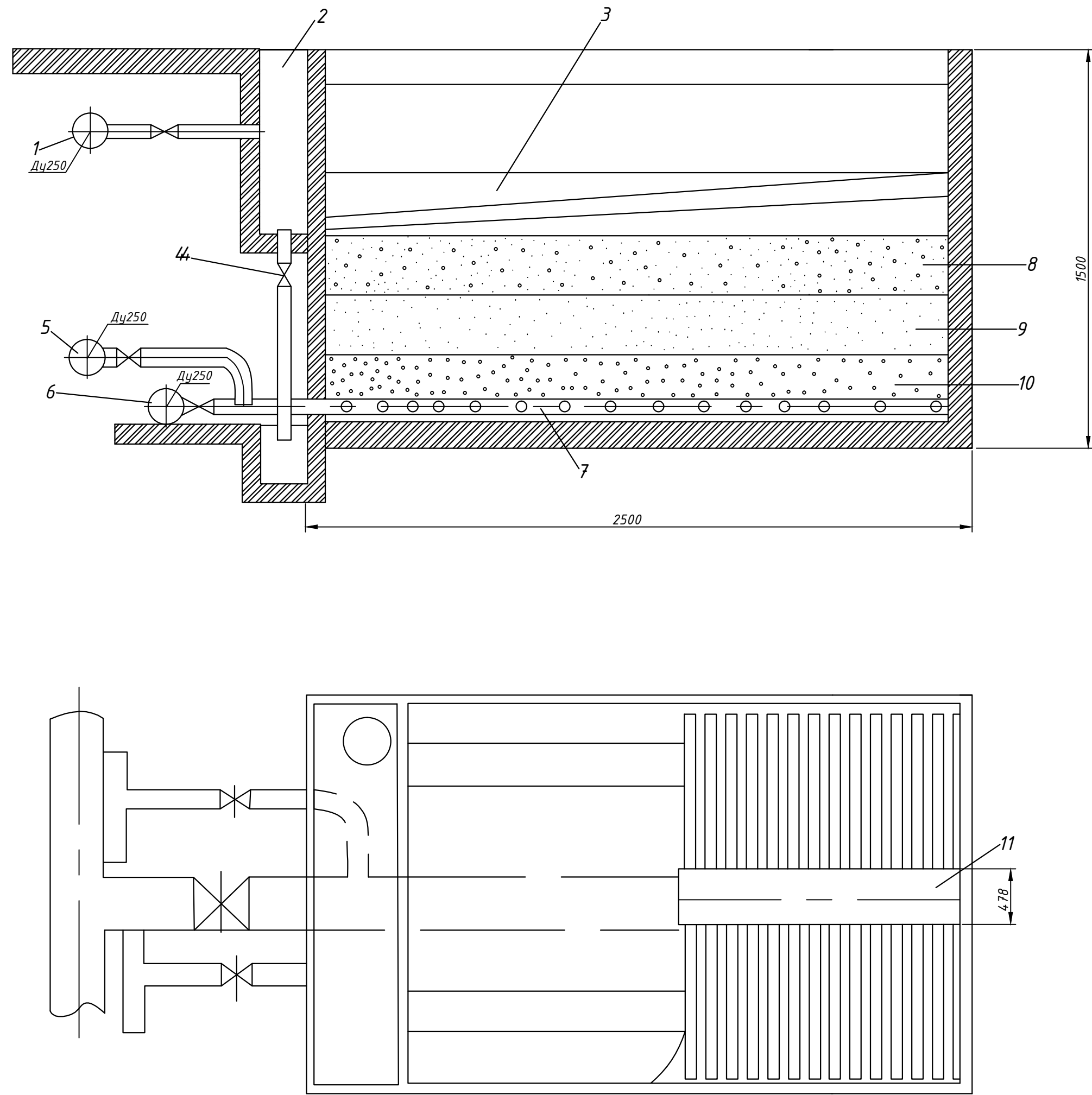
Сорбционный фильтр для нефтепродуктов М 1:15



Условные обозначения

- 1 - Подача фильтруемой воды;
- 2 - Дренажная система;
- 3 - Трубопровод фильтрованной воды;
- 4 - Выпуск промывной воды;
- 5 - Желоб для распределения фильтруемой воды и отвода промывной;
- 6 - Трубопровод для подвода промывной воды;
- 7 - Отводящий канал;
- 8 - Боковой карман;
- 9 - Фильтрующий слой;
- 10 - Поддерживающий слой;
- 11 - Трубопровод сливной воды;
- 12 - Трубопровод сброса первого фильтрата и опорожнения фильтра;
- 13 - Коллектор;

Фильтр грубой механической загрузки М 1:15



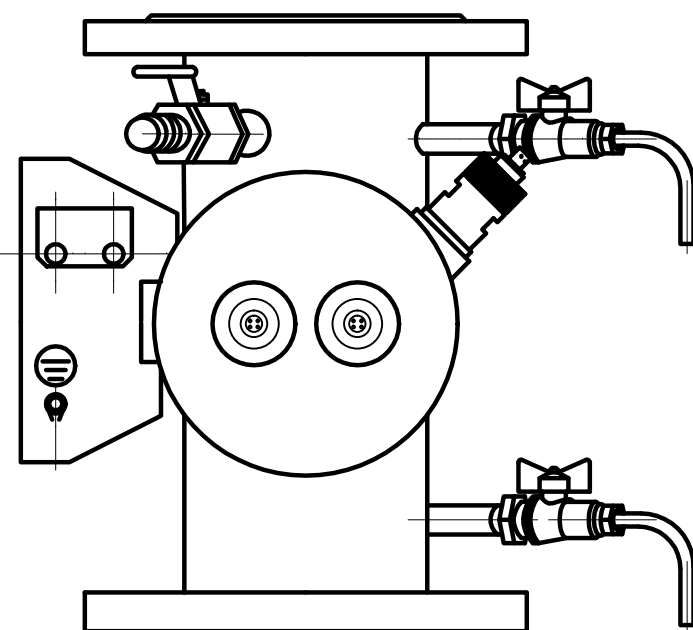
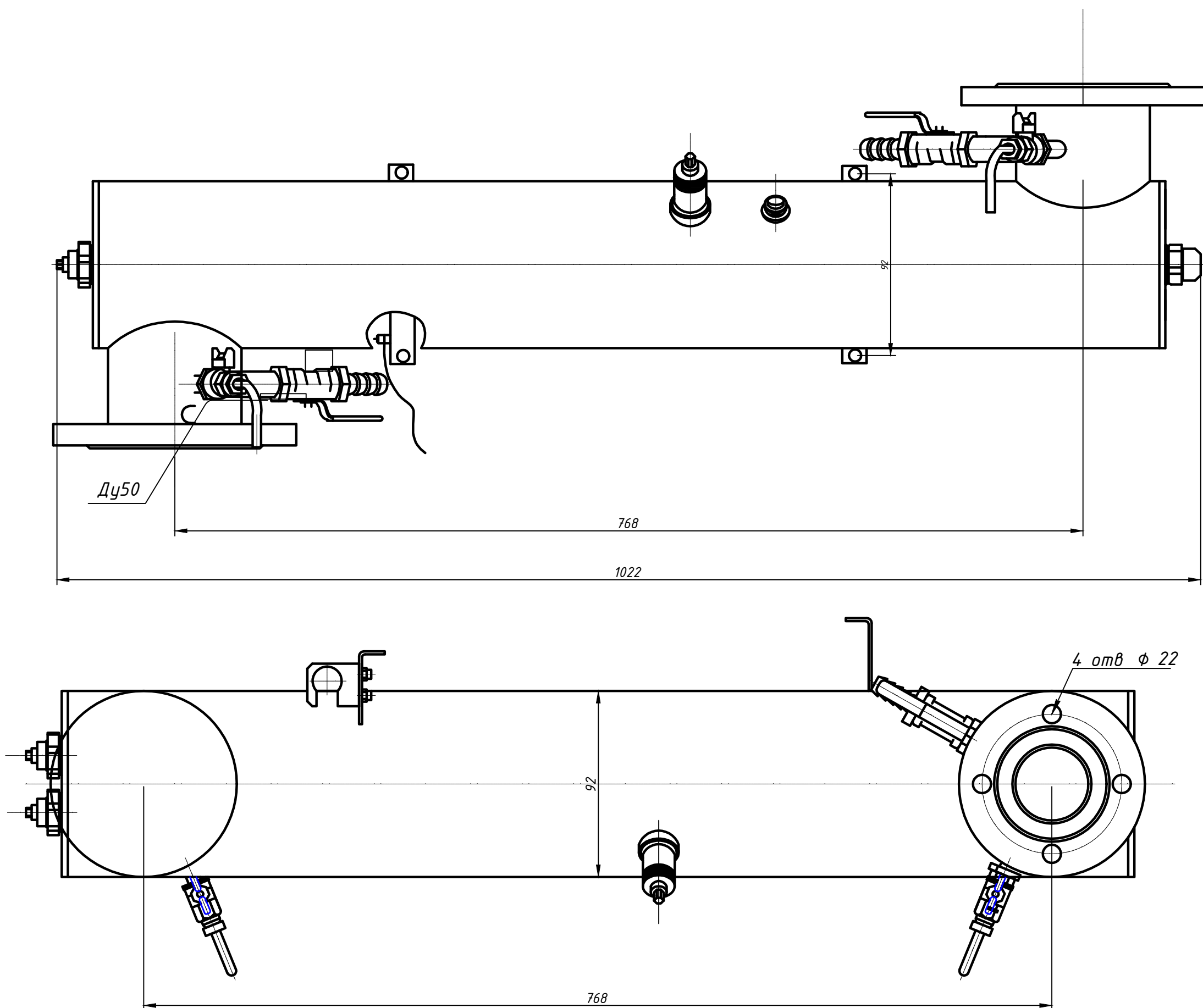
Условные обозначения

- 1 - Подача фильтруемой воды;
- 2 - Карман;
- 3 - Желоб для распределения фильтруемой воды и отвода промывной;
- 4 - Выпуск промывной воды;
- 5 - Подача промывной воды;
- 6 - Отвод фильтрованной воды;
- 7 - Дренажная система;
- 8 - Верхний фильтрующий слой;
- 9 - Нижний фильтрующий слой;
- 10 - Поддерживающий слой;
- 11 - Коллектор;

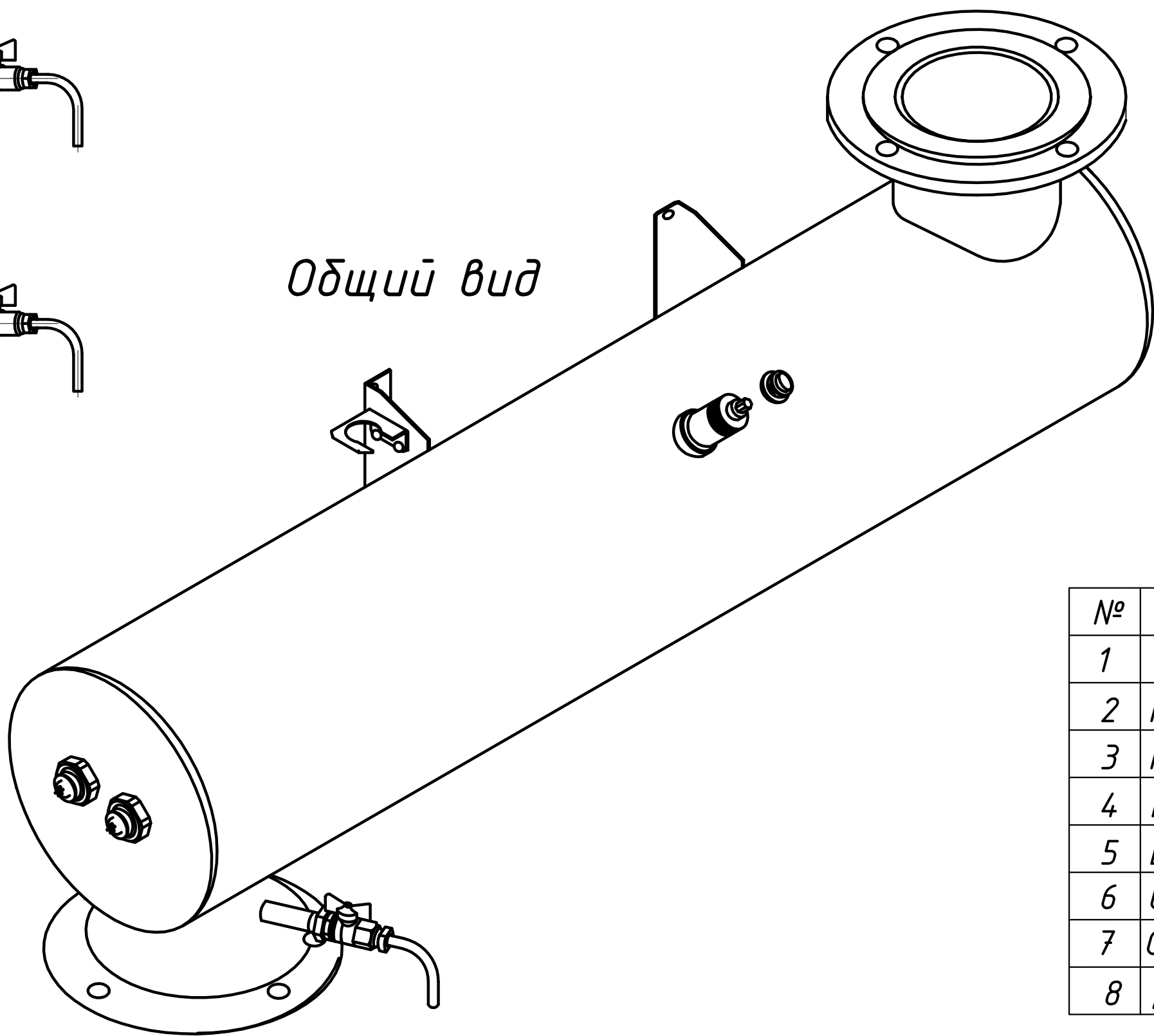
БР 20.03.02.06 - 2017					
Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Разраб.	Стенда	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Руководит.	Дубровская	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Н. контр.	Дубровская	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Защ. каф.	Сакан	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Реконструкция очистных сооружений птицефабрики Емельяновского района Красноярского края				Стадия	Лист
Фильтр грубой механической загрузки Сорбционный фильтр для нефтепродуктов				5	7
				Кафедра ИСЗиС	

Установка для обеззараживания воды бактерицидными лучами "Лазурь М-5К"

М 1:4



Общий вид

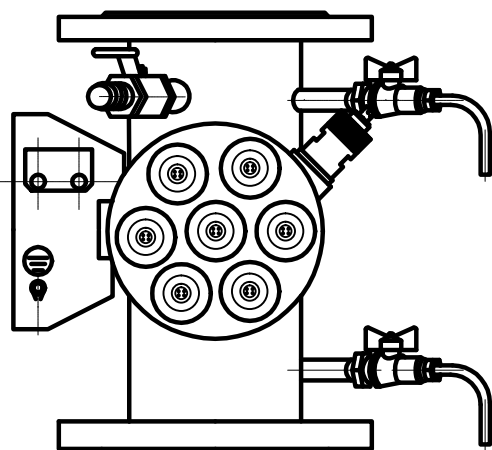
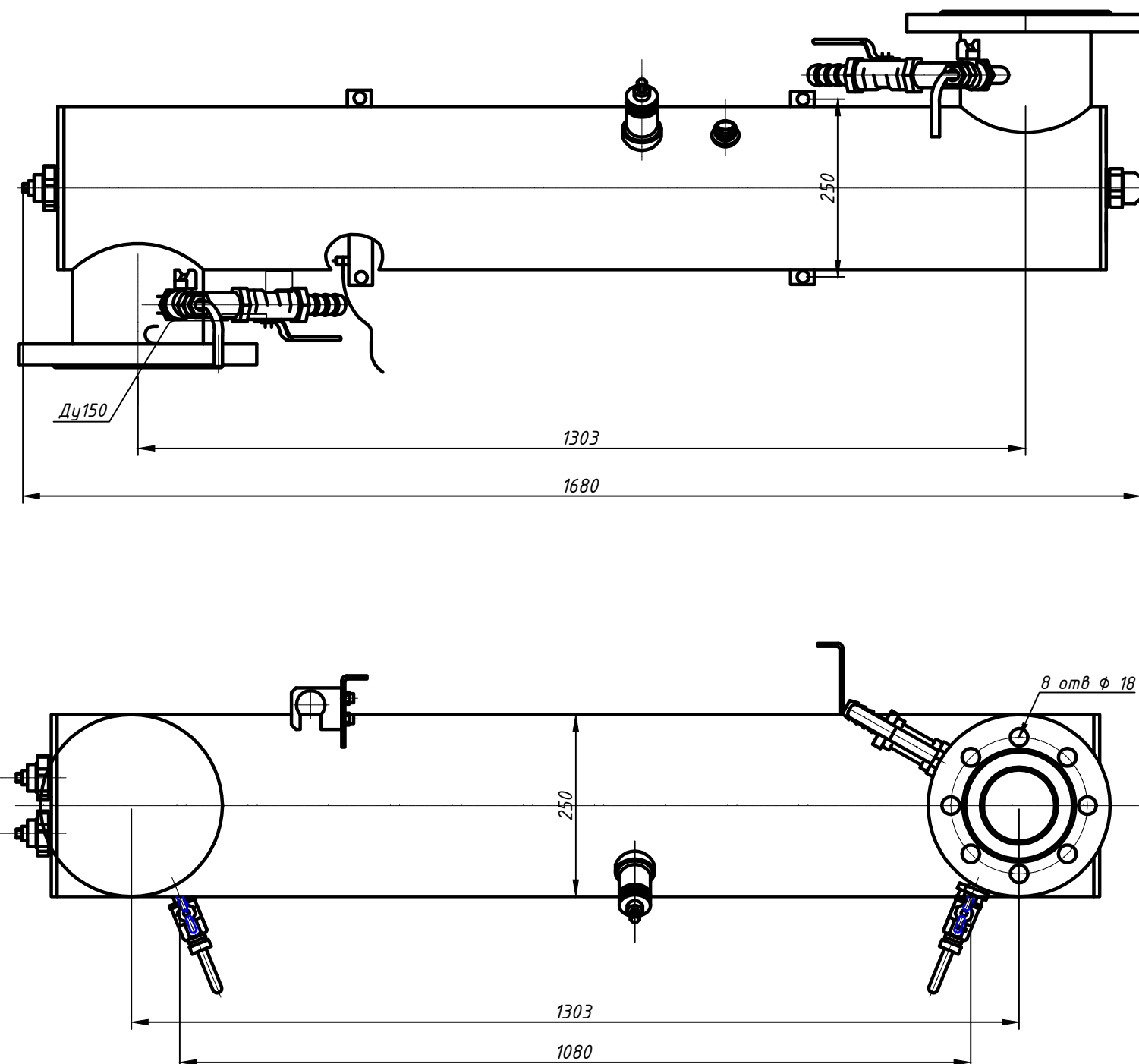


Спецификация

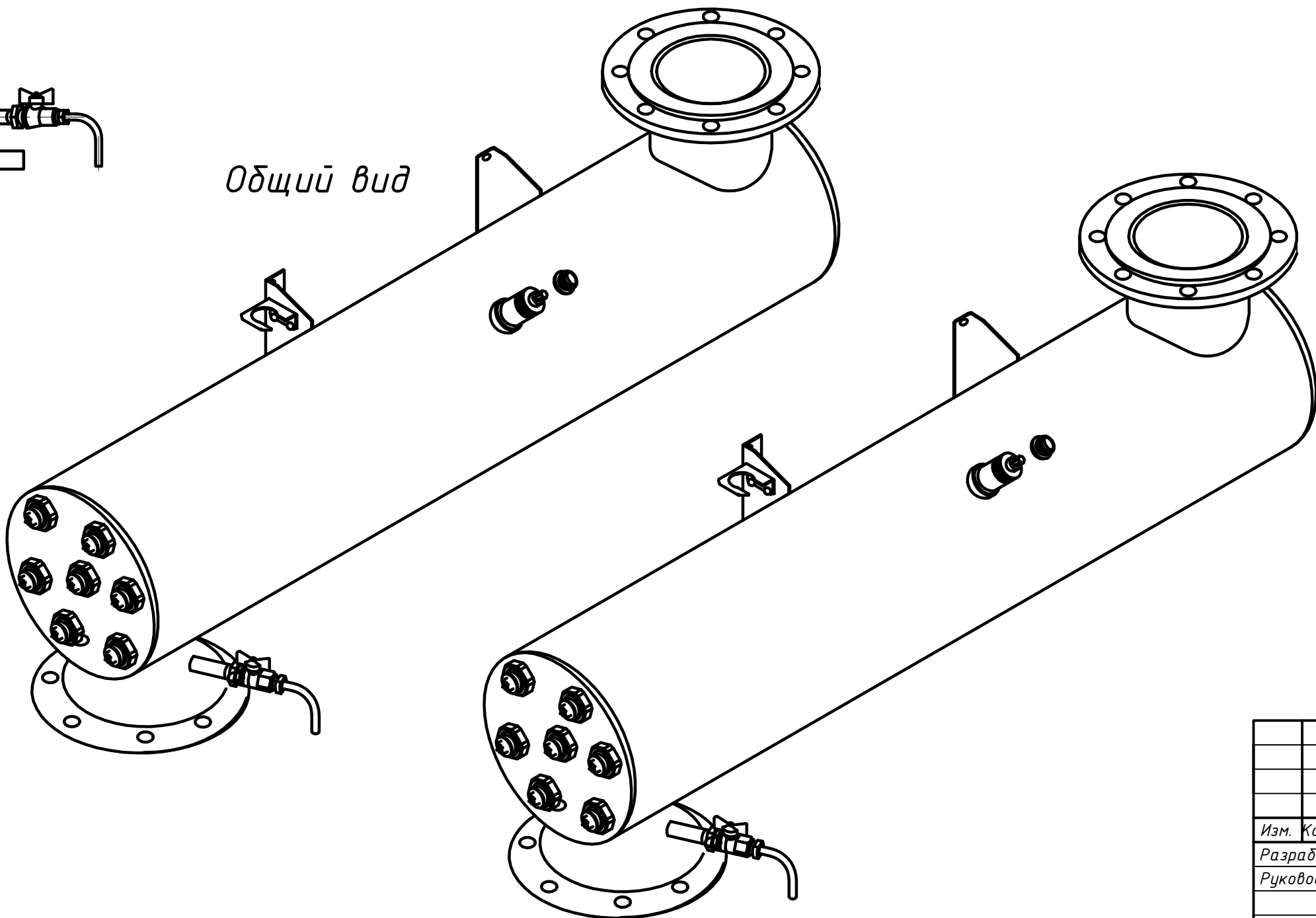
№	Показатель	Значение
1	Производительность	5 м³/ч
2	Мощность ламп	120 Вт
3	Количество ламп	1 шт
4	Напряжение	220 В
5	Вес	8 кг
6	Срок службы ламп	8000 ч
7	Объем реактора	3 л
8	Доза излучения	40 мДж/кв.см

Установка для обеззараживания воды бактерицидными лучами "Лазурь М-80КА"

М 1:10



Общий вид



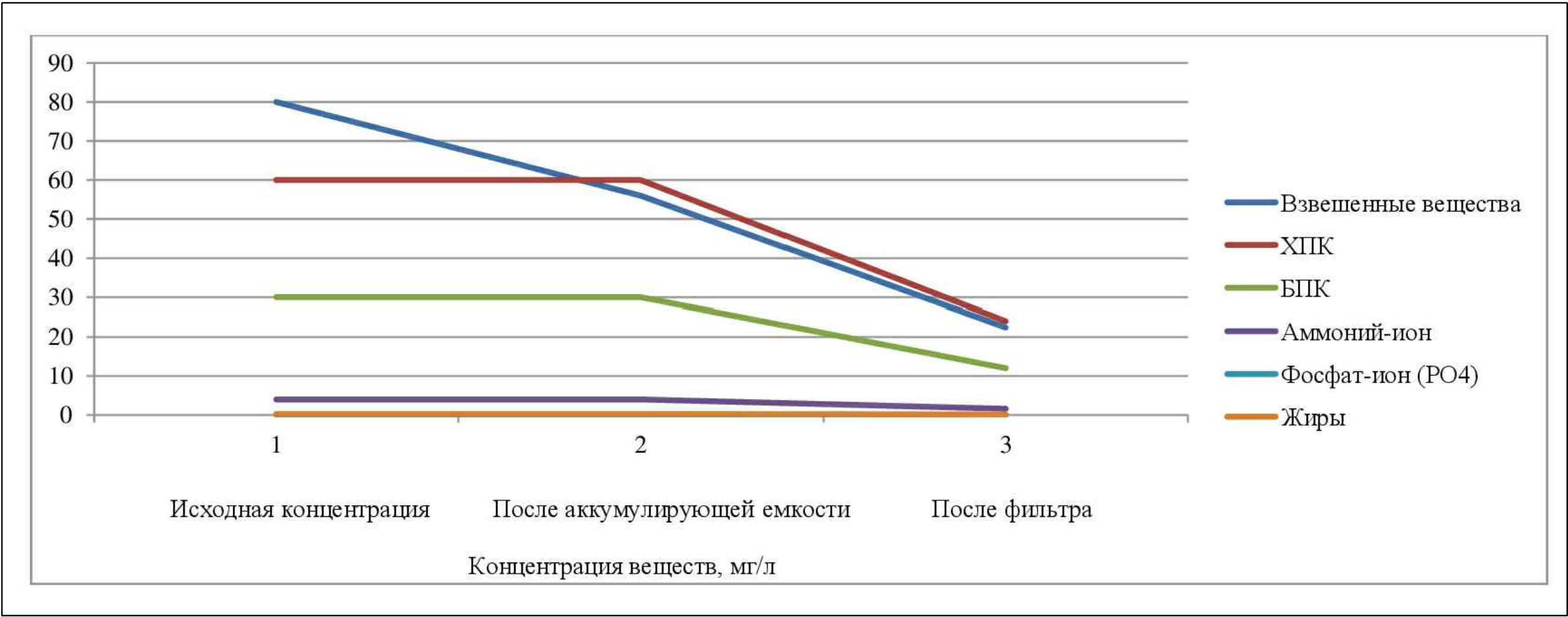
Спецификация

№	Показатель	Значение
1	Производительность	80 м³/ч
2	Мощность ламп	2600 Вт
3	Количество ламп	13 шт
4	Напряжение	220 В
5	Вес	110 кг
6	Срок службы ламп	16000 ч
7	Объем реактора	46,7 л
8	Доза излучения	65 мДж/кв.см

						БР 20.03.02.06 – 2017			
						Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт			
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подпись	Дата	Реконструкция очистных сооружений птицефабрики Емельяновского района Красноярского края	Стадия	Лист	Листов
Разраб.									
Руководит.									
						Установка для обеззараживания воды бактерицидными лучами "Лазурь М-5К" и "Лазурь М-80К"	6		11
Н. контр.									
Зав. каф.									

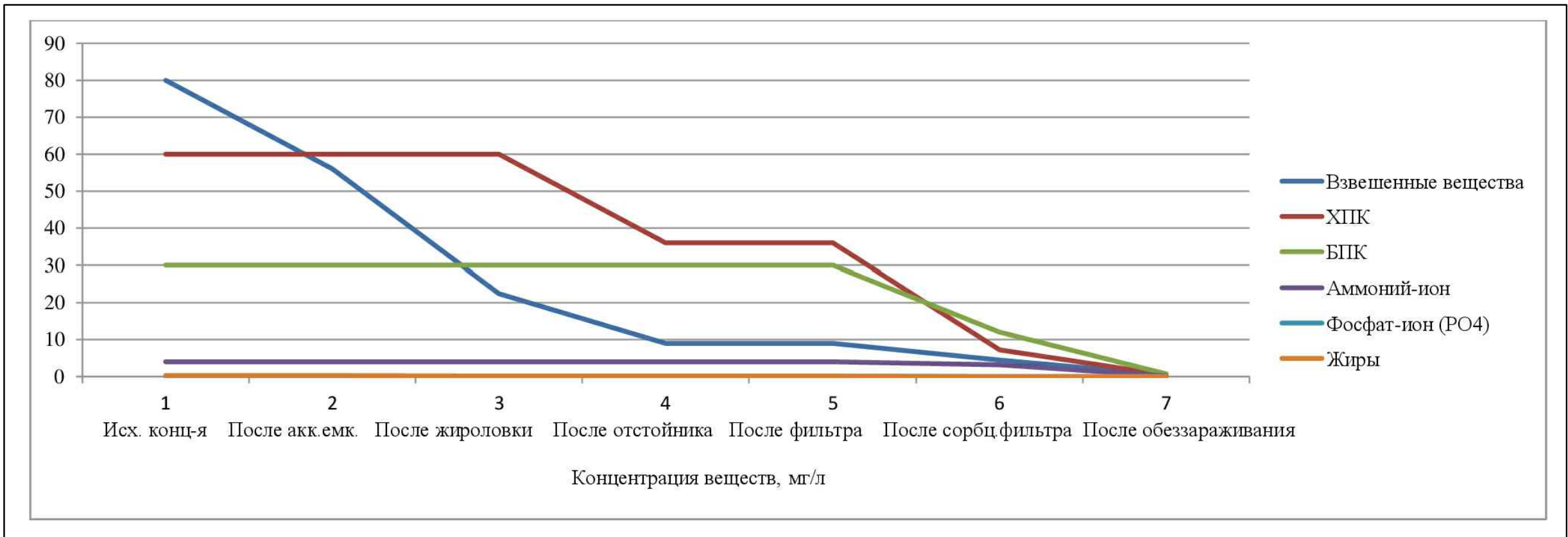
Эффективность очистки производственных сточных вод технологической схемы до реконструкции

Наименование вещества	Исходная концентрация, мг/л	Концентрация после аккумулирующей емкости, мг/л	Эффект очистки, %	Концентрация после фильтра, мг/л	Эффект очистки, %
Взвешенные вещества	80	56	30	22,4	60
ХПК	60	60	0	24	60
БПК5	30	30	0	12	60
Аммоний-ион	4	4	0	1,2	60
Фосфат-ион (PO4)	0,13	0,13	0	0,05	60
Жиры	0,29	0,29	0	0,116	60



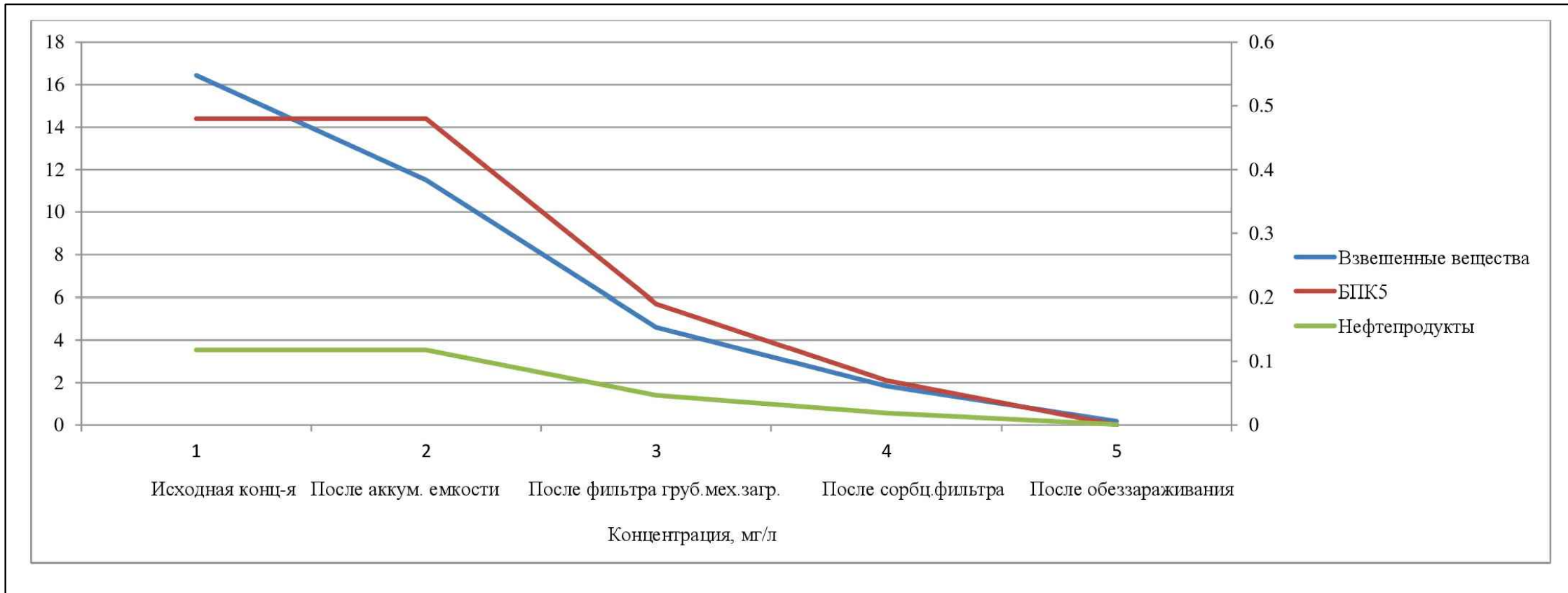
Эффективность очистки производственных сточных вод технологической схемы после реконструкции

Наименование вещества	Исходная концентрация, мг/л	Концентрация после аккумулирующей емкости, мг/л	Эффект очистки, %	Концентрация после жироприемной камеры, мг/л	Эффект очистки, %	Концентрация после отстаивания, мг/л	Эффект очистки, %	Концентрация после фильтра, мг/л	Эффект очистки, %	Концентрация после сорбционного фильтра, мг/л	Эффект очистки, %	Концентрация после бактерицидной установки, мг/л	Эффект очистки, %
Взвешенные вещества	80	56	30	22,4	60	8,96	60	8,96	0	4,48	50	0,45	90
ХПК	60	60	0	60	0	36	40	36	0	7,2	80	0,43	94
БПК5	30	30	0	30	0	30	0	130	0	12	60	0,72	94
Аммоний-ион	4	4	0	4	0	4	0	4	0	3,2	20	0,16	95
Фосфат-ион (PO4)	0,13	0,13	0	0,13	0	0,13	0	0,03	75	0,024	20	0,0012	95
Жиры	0,29	0,29	0	0,116	60	0,116	0	0,116	0	0,023	80	0,00092	96



Эффективность очистки ливневых сточных вод технологической схемы после реконструкции

Наименование вещества	Исходная концентрация, мг/л	Концентрация после аккумулирующей емкости, мг/л	Эффект очистки, %	Концентрация после фильтра грубой механической загрузки, мг/л	Эффект очистки, %	Концентрация после сорбционного фильтра, мг/л	Эффект очистки, %	Концентрация после бактерицидной установки, мг/л	Эффект очистки, %
Взвешенные вещества	16,44	11,51	30	4,6	60	1,84	60	0,18	90
БПК5	0,48	0,48	0	0,19	60	0,07	60	0,0003	94
Нефтепродукты	0,118	0,118	0	0,047	60	0,019	60	0,001	95



						БР 20.03.02.06 – 2017				
						Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт				
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата					
Разраб.		Стенда				Реконструкция очистных сооружений птицефабрики Емельяновского района Красноярского края	Стадия	Лист	Листов	
Руководит.		Дубровская						7	7	
Н. контр.		Дубровская				Эффективность очистки производственных и ливневых сточных вод технологической схемы до и после реконструкции	Кафедра ИСЗиС			
Зав. каф.		Сакаш								